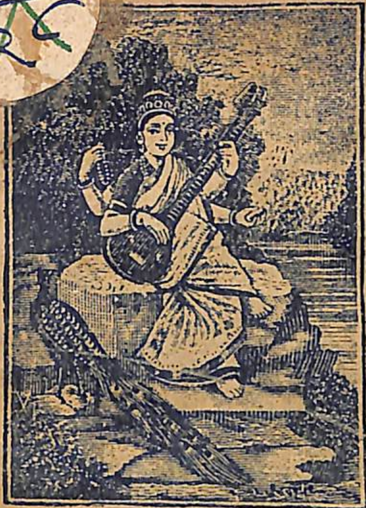


बालवाङ्मय
माला.

पुष्प पहिलें.

हवेंतील चमत्कार.

लेखक—

विष्णु अमृत ढोंबरे, बी. ए. एलएल. बी.

पृ० १९, २०

पृ. २५

पृ० ५५, ७०, ५३

बालवाङ्मयमाला—पुष्प पहिलें.

हवेंतील चमत्कार.

लेखक

विष्णु अमृत ठोंबरे, बी. ए. एल्एल्. बी.

बालवाङ्मयप्रसारकमंडळ--पुणें शहर.

किंमत १० आणे.

मुद्रक—गोपाळ बळवंत जोशी, 'आनंद' छापखाना,
३३० सदाशिव पेठ, पुणें शहर.

प्रकाशक—यशवंत अमृत ठोंबरे, बी. ए.
३३१ सदाशिव पेठ, पुणें शहर.

पुस्तकें मिळण्याचें ठिकाण—
बालवाङ्मयप्रसारक मंडळ,
३३१ सदाशिव पेठ, पुणें.

अनुक्रमणिका.

प्रकरण.	विषय.	पृष्ठसंख्या.
पहिलें.	उपोद्घात.	१–११
दुसरें.	हवेचा दाब	१२–२९
तिसरें.	वायुभारमापक यंत्र	३०–३९
चौथें.	हवेंतील घटक पदार्थ	४०–६१
पांचवें.	हवा आणि प्रकाश	६२–७२

बालवाङ्मयमाला.

आपल्या मराठी भाषेमध्यें खास मुलांच्या उपयोगासाठीं लिहिलेलीं पुस्तकें आधींच थोडीं, आणि त्यांत शास्त्रीय विषयांवर लिहिलेलीं पुस्तकें तर अगदींच विरळा. फार तर काय, पण इंद्रियविज्ञानशास्त्रासारख्या आपल्या आरोग्यासाठीं अत्यंत आवश्यक असणाऱ्या, किंवा वनस्पतिशास्त्र अथवा प्राणिशास्त्र यांसारख्या अत्यंत मनोरंजक व कुतूहलोत्पादक विषयांवर मुलांस समजेल इतक्या सोप्या भाषेंत लिहिलेलें भरपूर माहितीचें एक तरी पुस्तक असेल कीं नाहीं, याची शंकाच वाटते. बालोपयोगी शास्त्रीय वाङ्मयाची ही उणीव भरून काढण्यासाठीं ही माला मुद्दाम सुरू करण्यांत आली आहे, व तिजमध्यें वनस्पतिशास्त्र, प्राणिशास्त्र, ज्योतिर्विज्ञान, इंद्रियविज्ञान यांसारख्या शास्त्रीय विषयांवर विशेषेंकरून भर देण्यांत येईल. पण रुचिवैचित्र्यासाठीं प्रसंगानुरोधानें राष्ट्रीयभावनोद्दीपक इतिहास, थोर विभूतींचीं चरितें, प्रवासवर्णनें, स्थलवर्णनें, इत्यादि विषयांचाहि तिजमध्यें समावेश करण्यांत येईल.

या ठिकाणीं ‘ बाल ’ या शब्दाचा अर्थ मात्र स्पष्ट केला पाहिजे. “ बाल ” म्हणजे अत्यंत लहान मुलें व मुली हा या शब्दाचा अर्थ या ठिकाणीं घेतलेला नसून, सुमारें बारापासून सोळा वर्षें ही या मालेसाठीं मुलांची वयोमर्यादा ठरविण्यांत आली आहे. आणि “ बालो षोडशवार्षिकः ” या उक्तीप्रमाणें बालांची वयोमर्यादा थेट सोळा वर्षांपावेतों पोंचत असल्यामुळें “ बालवाङ्मयमाला ” हेंच नांव या मालेसाठीं पसंत केलें आहे. या मालेंतील पुस्तकें वरील मर्यादेंतील मुलांस विशेष उपयुक्त होतील. पण त्यांहूनहि लहान असलेल्या

मुलांच्या शिक्षणाची जबाबदारी ज्या आईबापांवर किंवा शिक्षकवर्गावर असते, त्यांस लहान मुलांच्या शिक्षणाची दिशा आखण्यासाठीं या पुस्तकांची फार मदत होईल. शिवाय हीं पुस्तकें मुलांचें मन वेधूं शकेल इतक्या सोप्या व आकर्षक भाषेंत लिहिलीं असल्यामुळें, शास्त्रीय विषयांसंबंधीं आपलें ज्ञान वाढविण्याची इच्छा धरणाऱ्या ज्ञानेच्छु स्त्रीपुरुषांस तीं उपयोगीं होतील, हें निराळें सांगावयास नको.

हा आमचा प्रयत्न यशस्वी झाल्यास राष्ट्रीय शिक्षणाचा प्रश्न बराचसा सुटल्यासारखा होईल. कारण, मातृभाषेंतून शिक्षण देणें, हें राष्ट्रीय शिक्षणाचें एक प्रमुख अंग आहे. एखादा विषय स्वभाषेंतून जसा समजूं शकतो, तसा परभाषेंतून समजणें शक्य नसतें. आजपावेतों आपल्या तरुण पिढीस परभाषेंतून शिक्षण दिलें गेल्यामुळें, तिची शारीरिक व बौद्धिक वाढ खुंटविण्याचें भयंकर पातक आपल्या हातून घडलें, ही गोष्ट आतां सर्वमान्य झाली असून, निदान प्रवेश परीक्षेपर्यंत तरी सर्व विषय शक्य तोपावेतों मातृभाषेंतूनच शिकविले जावेत, अशी खटपट सध्यां चालू आहे. या प्रयत्नाच्या मार्गांतील मुख्य अडचण म्हणजे निरनिराळ्या विषयांवरील शास्त्रीय पुस्तकांचा आपल्या भाषेंत असलेला अभाव ही होय. सदर्हू मालेंतील पुस्तकांमुळें ही उणीव अंशतः तरी दूर होईल, अशी संपादकांस आशा वाटत आहे.

लहान मुलांमध्यें शास्त्रीय विषयांबद्दल आवड उत्पन्न करण्यासाठीं त्यांच्या मनःस्थितीस पटतील अशीं पुस्तकें रचण्याची व त्यासाठीं मुद्दाम शास्त्रीय विषयांवर व्याख्यानें देवविण्याची वहिवाट पाश्चात्य देशात रूढ झाली आहे. याच धर्तीवर सरळ व सोप्या पण चित्ताकर्षक भाषेंत पुस्तकें रचण्याचा हा प्रयत्न आहे. आणि पुस्तकांचे विषय अशा रीतीनें तोडण्यांत आले आहेत कीं, एकाच विषयावरील

या मालेंतून निघालेलीं पुस्तकें एकत्र केल्यास, त्या विषयावर संपूर्ण माहितीचें असें एक पुस्तक तयार व्हावें. अशा रीतीनें महाराष्ट्रीय पालकवर्गावर विशेष खर्चाचा बोजा न लादतां, थोडक्या काळांत मुलांसाठीं छोटेखानी ज्ञानकोश तयार व्हावा, आणि त्यांतून त्यांच्या ज्ञानविषयक गरजा भागाव्या, अशी योजना करण्यांत आली आहे. अर्थात् हें काम लोकाश्रयावाचून पार पडणें अशक्य आहे.

या मालेंतील पुस्तकें दर वर्षास चार याप्रमाणें निघतील, आणि तूर्त तीं हप्त्याहप्त्यानें न निघतां दर वर्षीं दिवाळीच्या सुमारास एकाच वेळीं प्रसिद्ध करण्यांत येतील. या मालेंतून या वर्षीं खालील पुस्तकें प्रसिद्ध झालीं आहेत.

(१) **हवेंतील चमत्कार.** लेखक—विष्णु अमृत ठोंबरे, बी. ए. एल्एल्. बी.

(२) **तेजोनिधि सूर्य.** लेखक—सर्वोत्तम वासुदेव देशपांडे, बी. ए.

(३) **वैभवशाली विजयनगर.** लेखक—यशवंत अमृत ठोंबरे. बी. ए.

(४) **शरीरांतील आश्चर्यकारक भाता.** लेखक—वि. अ ठोंबरे.

या पुस्तकांत चित्रांचा भरपूर उपयोग केला असून, विजयनगरच्या पुस्तकास एक विषयसूचक नकाशा जोडला आहे. दरएक पुस्तक अजमासें पाउणशें पानाचें (क्राऊन आकाराचीं) असून प्रत्येक पुस्तकाची किंमत दहा आणे ठेवली आहे. बाहेरगांवच्या गिऱ्हाइकांस याशिवाय टपालखर्च निराळा पडेल.

३३१ सदाशिव पेठ,
पुणें.
डिसेंबर, १९२१.

बालवाङ्मयप्रसारक मंडळ.

हवेंतील चमत्कार.

प्रकरण पहिलें.

उपोद्घात.

हवा ही एखाद्या अफाट महासागराप्रमाणें पृथ्वीच्या सर्व बाजूंस पसरलेली आहे. आपण या महासागरांत बुडालेलों असून, त्याच्या तळाशीं समुद्रांतील माशांप्रमाणें आपले सर्व व्यापार चाललेले असतात. पण माशांच्या आणि आपल्या स्थितींतील एक मुख्य फरक हा कीं, मासे ज्या महासागरांत असतात, त्याच्या पृष्ठभागापर्यंत त्यांस पोहतां येतें, व आपलें डोकेंहि वर काढतां येतें. पण, माणसानें शोधून काढलेल्या अत्यंत मोठमोठ्या विमानांतून तो उड्डाण घेऊं लागला, तरी त्यास या महासागराच्या एक पस्तीसांश उंचीपर्यंतहि चढतां येत नाहीं; आणि यदाकदाचित् त्याचा प्रयत्न यशस्वी झालाच तरी त्यास तेथें जीव धरून राहणें अशक्य होईल.

परंतु हवा आपल्या सर्व बाजूंस पसरलेली असली, तरी तिची साक्ष पटण्यास आपणांस थोडासा विचार करावा लागतो. एखाद्या लहान मुलास तुम्हीं मोकळ्या जमिनीवर उभें केलें, व तुझ्या आसपास काय आहे म्हणून विचारिलें, तर 'माझ्या सभोंवतालीं दुसरी कोणतीहि वस्तु नसून आसपासची सर्व जागा रिकामी आहे,' असेंच तो उत्तर देईल. हवा ही इतकी उपयोगाची वस्तु, पण तिचें अस्तित्वहि त्यास भासत नाहीं. याचें कारण उघड आहे. दगड, वीट किंवा अशाच प्रकारची दुसरी एखादी वस्तु आपणांस प्रत्यक्ष डोळ्यांनीं दिसते व तिला हात लावला तरी तिजबद्दल आपणांस ज्ञान होतें. म्हणून ती अमुक एका ठिकाणीं आहे, असें आपणांस सांगतां येतें. कांहीं वस्तूंस तर एक प्रकारचा दर्प अथवा वास असल्यामुळें, त्या डोळ्यानें पाहिल्या नाहींत किंवा त्यांस स्पर्श केला नाहीं, तरी त्यांच्या अस्वित्वाविषयीं अनुमान करितां येतें. जनावरांचें घ्राणेंद्रिय, म्हणजे वास घेण्याचें इंद्रिय जें नाक, तें तर फारच तीक्ष्ण असतें. म्हणून अरण्यांत संचार करणाऱ्या श्वापदांचा वास त्यांस दुरून समजतो, व तीं लागलींच उलट दिशेनें पळूं लागतात.

जनावरांचीच गोष्ट कशाला? एखाद्या खोलींत कापराचा तुकडा किंवा डांबराची गोळी किंवा अत्तराची अथवा कोलन वॉटरची बाटली ठेवलेली असली तर खोलींत शिरल्याबरोबर आपणांस वास येतो; आणि त्यावरून त्या वस्तु प्रत्यक्ष न दिसल्या तरी त्या खोलींत ठेवल्या आहेत, असें आपणांस

सांगतां येतें. आपण ज्यांस सुवासिक वस्तु म्हणून म्हणतों, त्यांचे बारीक कण हवेंत मि-ळून इतस्ततः फिरत असतात, व आपल्या नाकाच्या आंतल्या बाजूंस असलेल्या ज्ञानतंतूंवर ते आदळले, म्हणजे आपणांस त्यांविषयींचें ज्ञान होतें.

एखाद्या पदार्थाचें ज्ञान तो प्रत्यक्ष पाहून, किंवा त्यास स्पर्श करून किंवा त्याचा वास घेऊन होत असतें. हवेची स्थिति मात्र अगदीं निराळी आहे. ती आपणांस डोळ्यांनीं दिसत नाहीं. मात्र कधीं कधीं उन्हाळ्याच्या दिवसांत जमीन अतिशय तापली म्हणजे हवेच्या कणांत चलबिचल होऊन, तेथें कांहीं तरी दृश्य आपणांस दिसावयास लागतें. हवेस स्वतःचा असा वास मुळींच नाहीं, ही गोष्ट आपल्या नेहमींच्या अनुभवाची आहे. कधीं कधीं हवेस वास येतो, तो तिजमध्यें असणाऱ्या इतर पदार्थांपासून तिला मिळालेला असतो. हवा स्थिर असली तर तिचा स्पर्श आपणांस जाणवत नाहीं व आवाजहि कळत नाहीं पण तिला गति मिळाली म्हणजे तिचे आघात आपल्या शरीरावर झालेले आपणांस स्पर्शज्ञानाच्या योगानें कळून येतात व तिचा आवाजहि ऐकूं येतो. याच दोन गोष्टींवरून सामान्य माणसास हवेच्या अस्तित्वाची साक्ष पटत असते.

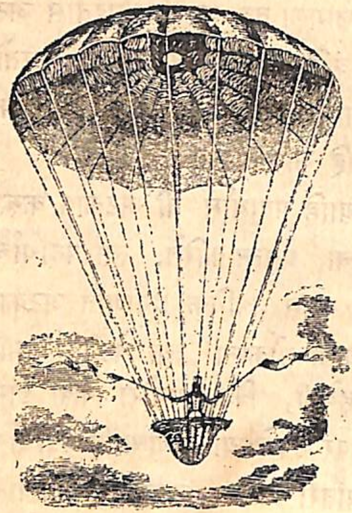
वरील दोन पुराव्यांखेरीज नित्याच्या व्यवहारांतील कांहीं उदाहरणें देऊन व कांहीं सोप्याशा शास्त्रीय प्रयोगांच्या योगानें आपणांस हवेचें अस्तित्व सिद्ध करितां येण्यासारखें आहे. तुम्हीं एखादा पंखा घेऊन आपल्याभोंवतीं जोरानें फिरविला तर

तुमच्या समोर बसलेल्या माणसास अत्यंत सूक्ष्म व प्रवाही पण हलकासा पदार्थ आपल्या अंगास चाटून गेल्यासारखा वाटतो त्याच वेळेस तुमच्या शेजारीं एखादा दिवा तेवत ठेवलेला असल्यास त्याची वात जोरानें हेलकावे खावयास लागते, व जवळ असणारे कागदाचे तुकडे व इतर पदार्थ इकडून तिकडे उडावयास लागतात. तुमच्या समोर बसलेल्या माणसाच्या अंगास किंवा दिव्याच्या वातीस किंवा त्या कागदाच्या तुकड्यांस तुमच्या पंख्याचा स्पर्श झाला नाहीं, एवढें खास. अर्थात् या पदार्थांस मिळालेली गति ही त्यांस, तुम्ही व ते पदार्थ यांमध्यें असलेला अदृश्य व प्रवाही पदार्थ म्हणजे हवा त्यापासूनच प्राप्त झाली असली पाहिजे.

वरील प्रयोगांत आणखी एक गोष्ट तुमच्या लक्षांत आली असेल. ही गोष्ट म्हणजे हवेनें पंख्याच्या गतीस केलेला विरोध अथवा आडकाठी होय. तुम्हांस पंखा फिरवितांना थोडेसे श्रम पडले ते देखील याच कारणामुळें. तोच पंखा तुम्हीं त्याच्या सपाटीकडून न फिरवितां कांठाच्या बाजूनें फिरविला तर या वेळीं पंख्यास हवेच्या कमी थरांतून वाट काढावी लागल्यामुळें तुम्हांस याहून कमी त्रास पडेल. हाच प्रयोग तुम्हीं हवेंत न करितां पाण्याबरोबर करून पाहिला तर पंखा पाण्यांतून आडवा फिरवितांना तुम्हांस जास्त शक्ति खर्चावी लागेल, व कांठाकडून फिरवितांना त्याहून कमी त्रास पडेल. यावरून हवा, पाणी किंवा दुसरा एखादा पदार्थ आपल्यामधून एखादा

तिऱ्हाईत पदार्थ फिरावयास लागला तर त्या तिऱ्हाइतास अटकाव करतो व त्याची गति कुंठित करण्याचा प्रयत्न करतो, हें दिसून येईल. त्या फिरणाऱ्या पदार्थाचा आकार जितका जास्त तितका त्यास अटकावहि अधिक प्रमाणांत होईल.

हवेंतून फिरणाऱ्या कोणत्याहि पदार्थास ती अटकाव करून त्याचा वेग कुंठित करण्याचा प्रयत्न करिते. त्या पदार्थाचा आकार जितका मोठा तितका त्यास अधिक प्रमाणांत अटकाव होतो. हवेंतून उडण्याची कला लोकांना ज्या वेळीं अवगत नव्हती, तेव्हां एखादी उंच हवेली, किंवा मनोरा किंवा डोंगराचें शिखर यांवरून जमिनीवर टेकलेल्या कोणत्याहि पदार्थाचा आधार न घेतां हवेंतून अधांतरीं लटकत लटकत गमतीखातर खालीं येण्याकरितां हौशी लोक हवेच्या या गुणाचा मोठ्या विलक्षण रीतीनें उपयोग करून घेत. सुमारें पंधरा फूट व्यासाची मोठी थोरली छत्री तयार करून पंचवीस तीस फूट म्हणजे सुमारें सहा पुरुष उंचीवरून त्या छत्रीच्या दांड्यास खालच्या भागीं लटकून ते उड्डाण घेत; व त्या छत्रीच्या साह्यानें हळूहळू व विशेष धक्का न लागतां ते सावकाशपणें खालीं उतरत. इतकी मोठी छत्री घेण्याचें कारण हें कीं, लटकणाऱ्या माणसाचें वजन फार असल्यामुळें, तो धाडकन खालीं आपटूं नये याकरितां तिच्या गतीस हवेकडून अधिक विरोध केला जावा. या छत्रीस मनुष्य मध्यभागीं लटकत असल्यामुळें तिचा तोल एकीकडे जाऊन ती उपडी होण्याचें अर्थातच कांहीं कारण नव्हतें.



आकृति १ वैमानिक आपली छत्री उघडून सावकाश खालीं उतरत आहे.

पूर्वींच्या विमानांत हवेच्या सोळा पटीनें हलका असलेला 'हायड्रोजन' नांवाचा वायु भरलेला असे. यामुळें या विमानांचा आकार फार मोठा असे, व हवेंत उंच गेल्यावर त्यांजवर सोसाटयाचा वारा आदळल्यामुळें, त्यांचा वेग अनावर होऊन अपघाताचे प्रसंग वरचेवर येत. अशा वेळीं स्वतःचा बचाव करण्यासाठीं त्या वेळचे वैमानिक आपल्याबरोबर 'पॅराशूट' ऊर्फ वैमानिकी छत्री नेत असत. या छत्रीचा आकार वर वर्णन केलेल्या छत्रीच्या आकाराहून मोठा असे, व तिच्या साह्यानें वैमानिकास पृथ्वीपासून एक मैलाच्या उंचीवरून देखील सावकाशपणें जमिनीवर उतरतां येई.

अलीकडे मोठ्या शहरांत सातसात मजल्यांच्या उंच हवेल्या बांधण्याचा फार प्रघात पडला आहे. अशा हवेल्यास आग लागली, म्हणजे वरच्या मजल्यांवरील लोकांची काय त्रेधा उडते, ती सांगावयास नको. कधीं कधीं तर ते आपले प्राण वांचविण्यासाठीं वरच्या मजल्यावरून पटापट उड्या मारून प्राणास मुकतात. वर वर्णन केलेल्या छत्रीसारखी जर एखादी

वस्तु त्यांच्या संग्रहीं ठेवतां आली, तर त्यांच्या जिवास अपाय न होतां त्यांस सुखरूप खालीं उतरतां येईल.

आपल्या समोंवतीं सर्वदूर हवा पसरली आहे, हें दाखविण्याकरितां आणखी एक दोन सोपे प्रयोग सांगतों. तुम्ही एखादें कांचेचें भांडें घेऊन तें उपडें करून, पाण्यांत बुडविण्याचा प्रयत्न करा. भांड्यांत पाणी वर चढत नाहीं, हें तुम्हांस दिसून येईल. हवा ही आपणांस दिसत नसली, तरी ती इतर पदार्थांसारखीच एक वस्तु असल्यामुळें, ती आंत असेपावेतों दुसऱ्या पदार्थाचा तेथें शिरकाव होऊं शकत नाहीं, हें याचें कारण होय. पण, आपण त्याच भांड्यास कलतें केलें, तर आंतील हवा बुडबुड्यांच्या रूपानें बाहेर निसटूं लागेल, आणि आंतील जितकी हवा बाहेर जाईल, त्या मानानें पाण्याचा थर भांड्याच्या आंतल्या बाजूस वर चढलेला दिसेल. आपण बारीक तोंडाच्या एखाद्या बाटलींत किंवा स्टोव्हमध्यें नरसाळ्यांतून घासलेट ओतावयास लागलों, म्हणजे नरसाळें बाटलीच्या तोंडास चिकटून बसलें असेल, तर आपण तें थोडें वर उचलतों; आणि मग आंतील हवेस बाहेर जाण्यास वाट मिळाली म्हणजे घासलेट जोरानें आंत जाऊं लागतें, ही गोष्ट तुम्हां सर्वांच्या अनुभवांत असेलच.

हवेस निघून जाण्यास वाट न मिळाली, तर ती आहे तेथें दुसऱ्या कोणत्याहि पदार्थाचा शिरकाव होत नाहीं, याच तत्त्वावर " डाइव्हिंग बेल " म्हणजे पाणबुड्याची पेटी, हिची रचना

केली असते. ती चोहोंकडून बंद केलेली असून तिची खालची म्हणजे तळाकडची बाजू मात्र मोकळी ठेवली असते. या पेटींत बसून गवंडी, सुतार, लोहार, इत्यादि कामकरी लोकांस पाण्याच्या तळाशीं उतरतां येतें, व तेथें गोद्या, धक्के, बंधारे, इत्यादिकांचा पाया घालणें, किंवा डागडुजी करणें, हीं सर्व कामें करितां येतात. या पेटीच्या वरच्या टोंकास साखळदंड अडकवलेले असतात, व मोठमोठ्या स्टेशनांवरून अवजड सामान चढविण्याउतरविण्याकरितां ज्यांचा उपयोग करतात त्या यारी आणि कप्पी ह्या साधनांच्या योगानें ही पेटी पाण्यांतील कोणत्याहि एखाद्या विवक्षित ठिकाणीं उतरवितां येते. पेटी पाण्यांत बुडत असतांना पाणी आंत शिरत नाहीं, याचें कारण हें आहे कीं, आंतील हवेस वरून निसटून जाण्यास वाट नसल्यामुळें, ती पाण्यास प्रतिरोध करिते. तथापि पेटी जसजशी बुडूं लागते, तसतसा पाण्याचा जोर वरच्या बाजूस अधिकाधिक भासूं लागतो. त्याकरितां पेटीच्या वरच्या बाजुस एक झडप ठेवलेली असते, व या झडपेंतून यंत्राच्या साह्यानें हवा आंत भरण्यांत येत असते. अशा रीतीनें आंतील हवेचा दाब अधिक होऊन पाण्यास आंत शिरण्यास मज्जाव होतो.

पाण्याच्या बुडाशीं काम करण्यास अधिक जागा मिळावी, म्हणून ही पेटी ऐसपैस व लांबरुंद केलेली असते. आंतील लोकांस उजेड मिळावा म्हणून तिच्या भिंतींत जाड कांचेच्या खिडक्या ठेवलेल्या असतात, व जास्त उजेडासाठीं विजेच्या

दिव्यांची व्यवस्था केलेली असते. आंतील लोकांस, आपण कोणत्या ठिकाणीं उतरलों आहोंत, वगैरे बातमी बाहेर पोंचवितां यावी, म्हणून टेलिफोनच्या तारा आंत नेल्या असतात. पेटी खालीं किंवा वर जाऊं लागली, म्हणजे आंतील माणसें भिंतीस आडकविलेल्या फळ्यांवर स्वस्थ बसलेलीं असतात. पेटी इच्छित ठिकाणीं पोहोंचली, म्हणजे ते खालीं उतरून या फळ्या उभ्या करितात, व आपण एखाद्या लहानशा खोलींत आहोंत असें समजून काम करूं लागतात. पण पाण्याच्या पृष्ठाखालीं जितक्या अधिक खोलीवर ते काम करीत असतील, तितका त्यांस थकवा अधिक लवकर येतो. कारण फुप्फुसांवर हवेचा दाब ज्यास्त झाला म्हणजे श्वासोच्छ्वास करण्यास प्रयास पडतो व म्हणून त्यांस वारंवार विसावा घ्यावा लागतो. आंतील हवा दाट असल्यामुळें घणांचे व हातोड्यांचे आवाज कानठळ्या बसविण्याइतके मोठे भासतात.

पाणबुड्या पेटीची कल्पना करण्याकरितां आपणांस फारसें दूर जावयास नको. तुमच्या घरांतील एखाद्या कांचेच्या पेल्यांत थोडी साखर टाकून जर तुम्ही तो तसाच कांहीं वेळ राहूं दिला, तर थोडक्याच वेळांत त्याजवर माशा जमा होतील. नंतर आंत माशा आहेत तोंच पेला उपडा करून पाण्याच्या एखाद्या भांड्यावर तुम्हीं दाबला, तर पेल्यांतील हवेच्या दाबामुळें भांड्यांतील पाण्याच्या सपाटीपेक्षां पेल्यांतील पाण्याची सपाटी खालीं राहील. भांडें मोठें असल्यास त्यांत पेला आणखी खालीं दाबला तर पाणी किंचित् वर चढेल; परंतु जोंपर्यंत पेल्यांतील हवेस

बाहेर निघून जाण्यास वाट मिळणार नाहीं तोंपर्यंत ती, पेला सर्व पाण्यांत बुडविला तरी त्यांत आपल्यापुरती जागा व्यापून तेथें पाण्याचा शिरकाव होऊं देणार नाहीं. अशा रीतीनें पेल्याबाहेर सर्वदूर पाणी झालें असतांहि आंतल्या बाजूस



आकृति २. माशांची पाणबुडी पेटी.

असलेल्या माशा यत्किंचितहि दुखापत न होतां उडत राहतील. याचप्रमाणें पाणबुड्या पेटींतील लोक पाण्याच्या तळाशीं जाऊन आपआपलें काम करीत असतात.

हवा जरी आपणांस प्रत्यक्ष डोळ्यांनीं दिसत नसली, तरी ती पाणी, दगड, लोखंड, इत्यादि पदार्थांप्रमाणेंच एक पदार्थ आहे, हें वरील पुराव्यावरून दिसून येईल. या पदार्थास स्थिर असतांना हवा हें नांव असून त्यास वेग मिळाला, म्हणजे त्यास आपण वारा असें म्हणतों. हवा जोरानें वाहूं लागली, म्हणजे तिचें सामर्थ्य इतकें वाढतें कीं, ती आपल्या चक्क्या चालविते, समुद्रावरील मोठमोठीं जहाजें हाकारते, आणि कधींकधीं तर मोठमोठ्या इमारती जमीनदोस्त करून तीं आपल्या संकटासहि कारणीभूत होते.

प्रकरण दुसरें.

हवेचा दाब.

हवेचा थर जमिनीपासून कित्येक मैलपर्यंत वर पसरलेला असतो, व तो तिच्याबरोबर एकसारखा फिरत असतो. परंतु, तो अमुक इतक्या उंचीपावेतों आहे, असें आपणांस नक्की सांगतां येत नाहीं. आपण वर जातों तसतशी हवा किती विरळ होत जाते, याचें प्रमाण पाहून त्यावरून हवेचा थर जमिनीपासून तीसचाळीस मैलांच्या उंचीपावेतों असला पाहिजे, असा एके काळीं लोकांनीं तर्क केला होता. त्यांच्या मतें इतक्या उंचीच्या वर हवा अगदींच पातळ असली पाहिजे, व साठ मैलांच्या उंचीवर तर तिचा लवलेश देखील सांपडणार नाहीं. पण, हवेचे थर याहून अधिक उंचीपावेतों पसरले आहेत, यांत शंका नाहीं. रात्रीच्या वेळेस जे तारे तुटतांना आपणांस दिसतात, ते पृथ्वीकडे धांव घेत असतात. ते पृथ्वीपासून शंभर मैलांच्या अंतरावर असतांनाच आपल्या नजरेस येतात, असें शास्त्रज्ञांनीं ठरविलें आहे. या ताऱ्यांचा प्रकाश, ते पृथ्वीसभों-

वतीं असलेल्या हवेवर घासले गेल्यामुळेंच उत्पन्न होत असतो. म्हणून इतक्या उंचीवर हवा कितीहि सूक्ष्म प्रमाणांत कां होईना, पण असली पाहिजे असें अनुमान निघतें. सूर्य मावळल्यानंतर किती वेळानें आकाशाचा निळा रंग नाहींसा होतो, यासंबंधीं रिओ जॅनेरो येथें वेध घेतले होते. त्यावरून तर पृथ्वीपासून १९८ ते २१२ मैलांच्या उंचीपावेतों हवा असली पाहिजे असें सिद्ध झालें. हेंच विधान आपणांस खरें धरून चालण्यास हरकत नाहीं.

कदाचित् तुम्ही असेंहि विचाराल कीं, हवा स्थिर असून आपल्या पृथ्वीचा गोल हा तिजमधून, समुद्रांतील एखाद्या माशाप्रमाणें, भराऱ्या मारीत नाहीं कशावरून? थोडासा विचार केला, तर ही गोष्ट असंभाव्य आहे, हें तुम्हांसच दिसून येईल. तुमच्यापैकीं बहुतेकांनीं आगगाडीचा प्रवास केला असेल. ती वेगांत आली म्हणने सभोंवतालच्या हवेमध्यें केवढी प्रचंड खळबळ उडते, ती तुमच्या लक्षांत असेलच. दर तासीं तीस मैल जाणाऱ्या आगगाडीच्या योगानें सभोंवतालच्या हवेंत एवढी खळबळ माजते, तर दर सेकंदास अठरा मैल फिरणाऱ्या व आगगाडीहून लाखों पटींनें मोठ्या असणाऱ्णा पृथ्वीच्या भ्रमणानें केवढी खळबळ उडेल, याचा तुम्हीच विचार करा. अर्थात् हवा ही पृथ्वीपासून वेगळी नसून पृथ्वीबरोबर फिरणारी वस्तु आहे, हें मत ग्राह्य धरलें पाहिजे.

हवेचे कण पृथ्वीस सोडून दूर कोठेंतरी निघून जात नाहींत,

हा प्रकार थोडा आश्चर्यकारक आहे. आश्चर्य वाटण्याचें कारण हें कीं, हवा हीं एक वायुरूप पदार्थ आहे, व अशा पदार्थांच्या अंगीं दूरदूर भटकण्याची अतोनात प्रवृत्ति असते. पदार्थांच्या एकंदर तीन अवस्था असतात. लांकूड, दगड, वीट, हे घन पदार्थ आहेत. त्यांचे कण एकमेकांत इतके घट्ट बसविले असतात कीं, त्यांस वेगळे करण्यास व त्या पदार्थांचा आकार बदलण्यास आपणांस बराच प्रयास करावा लागतो. पाण्यासारखा द्रवरूम पदार्थ घेतला, तर त्याचे कण एकमेकांच्या संनिध असतात; पण ते एकमेकांशीं इतके घट्ट सांधलेले नसतात. ते एकमेकांपासून निसटून जाऊं शकतात, व हवे तसे फिरूं शकतात. यामुळें पाण्याचा आकार सहजासहजीं बदलूं शकतो, व तुम्ही त्यास ज्या भांड्यांत ओताल, त्याचा आकार त्यास प्राप्त होतो. घन पदार्थांतील निरनिराळे कण एकमेकांस अगदीं जोरानें आकर्षण करीत असतात. द्रव स्थितींतील पदार्थांत ही आकर्षणशक्ति कमी झालेली असते; व वायुरूप स्थितींत तर ती अगदीं पार नाहींशी होऊन, अशा पदार्थांचे कण स्वैरं गतीनें भटकत असतात. खोलीच्या एका कोपऱ्यांत कापराचा तुकडा ठेवलेला असला, तर त्याचा वास सर्व खोलींत पसरतो; याचें कारण कापराचे कांहीं कण वेगळे होऊन त्यांवर कोणतेंहि दडपण न राहिल्यामुळें, ते सर्वदूर भटकतात, व ते नाकांत जाऊन आपणांस त्यांचें ज्ञान होतें. अत्तरें व सुगंधी द्रव्यें यांच्या कणांमध्यें अशीच भटकण्याची प्रवृत्ति असते. म्हणून

त्यांस आटोक्यांत ठेवण्यासाठीं आपण त्यांस बाटलींत भरून झांकण लावून ठेवण्याची खबरदारी घेत असतों.

हवेचे कण पृथ्वीपासून वेगळे होऊन दूर निघून जात नाहींत, याचें कारण हें आहे कीं पृथ्वीच्या अंगीं सर्व पदार्थांस आपणांकडे ओढून घेण्याची एक प्रकारची शक्ति असते. ही शक्ति केवळ पृथ्वीच्याच अंगीं नसून, ती सर्व पदार्थांच्या अंगीं वास करीत असते; व कोणताहि पदार्थ जितका मोठा, तितकी ही शक्ति त्याच्या अंगीं अधिक प्रमाणांत असते. माझ्या टेबलावर दोन पुस्तकें पडलेलीं आहेत. तीं देखील एकमेकांस स्वतःकडे ओढून घेण्याचा प्रयत्न करीत आहेत, व तीं एकमेकांवर आदळत नाहींत याचें कारण, त्यांहून लाखों पटीनें मोठी असणारी पृथ्वी त्या दोहोंसहि खालच्या बाजूस ओढीत आहे. या शक्तीस आकर्षणाची शक्ति, किंवा गुरुत्वाकर्षणाची शक्ति, असें नांव आहे. माणसानें कितीहि मोठा प्रयास करून उडी मारली, तरी तो लागलाच खालीं येतो, याचें देखील हेंच कारण होय. जिवंत व चालत्याबोलत्या माणसाची ही कथा, तेथें बिचाऱ्या सूक्ष्म व हलक्या अशा हवेच्या कणांची काय स्थिति असेल, याचा तुम्हींच विचार करावा. तथापि, हवेचे कण उंचउंच भराऱ्या मारण्याचे आपले प्रयत्न अजीबात सोडून देतात, असें नाहीं. ते वरवर जाण्याचा प्रयत्न करीत असून, पृथ्वी ही त्यांस एकसारखी खालीं ओढण्याचा प्रयत्न करीत असते. याचा परिणाम असा होतो कीं, पृथ्वीच्या सपाटीजवळ तिच्या आक-

षणाची शक्ति विशेष असल्यामुळें, हवेचे थर अधिक दाट असतात; पण आपण जसजसें वर जातों, तसतसें हें आकर्षण कमीकमी होत जाऊन तेथील हवा विरळ व्हावयास लागते.

पृथ्वीला लागून असलेली हवा वरच्या हवेपेक्षां दाट असते, याचें दुसरें कारण हें आहे कीं, तिजवर हवेच्या वरच्या थरांचा दाब पडलेला असतो. तुम्हीं बरेचसे कागद एकमेकांवर रचून त्यांचा ढीग तयार केला, तर ढिगाच्या अगदीं खालच्या बाजूचे कागद वरच्या कागदांपेक्षां जास्त दाबले जातात, व त्यांची एक घट्ट जुडी तयार होते. त्याचप्रमाणें पृथ्वीजवळ असलेल्या हवेच्या थरांवर वरच्या थरांचा दाब पडल्यामुळें, ते दाट व जड असून वरचे थर पातळ व विरळ असतात. आपण कांहीं विवक्षित उंचीपावेतों वर चढलों, तर हवा इतकी विरळ होते कीं, आपणांस नीट श्वासोच्छ्वास देखील करितां येत नाहीं. इ. स. १८०४ मध्यें एका फ्रेंच माणसानें विमानांतून साडेचार मैल उंच उड्डाण करून तेथील हवा बाटलींत भरून आणली; आणि तितक्याच आकाराच्या जमिनीजवळ असलेल्या हवेशीं तिचें वजन करून पाहिलें, तेव्हां ती बरीच हलकी भरली. १८६२ सालीं आणखी दोन वैमानिकांनीं उड्डाण करून साडेपांच मैलांचा पल्ला गाठला, तेव्हां तेथील हवा त्यांस अत्यंत हलकी असलेली आढळली, शरीरांतील रक्ताच्या दाबामुळें त्यांच्या नसा फुगूं लागल्या, डोकें भणभणूं लागलें व त्यांपैकीं एकजण मूर्च्छा येऊन पडला. विमानांतील वायु कमी

करून ते लागलेच खालीं आले नसते, तर त्यांचा तेथेंच अंत झाला असता.

उंच पर्वतावर चढणाऱ्या प्रवाशांसहि वरीलप्रमाणेंच अनुभव येतात. अशा पर्वतांच्या शिखरावर हवा इतकी हलकी असते कीं, तिला ढगांचें वजन देखील असह्य होतें व त्यामुळें ढग खालीं लोंबत राहतात. याविषयीं एका प्रवाशानें आपण पर्वताच्या शिखरावर चढलों असतांना आपणांस काय दृश्य दिसलें, याविषयीं खालीलप्रमाणें वर्णन लिहून ठेवलें आहे.

"पर्वताच्या शिखराच्या खालच्या बाजूस मेघांचा समुदाय पसरला होता, व विजांचा चमचमाट आणि मेघांचा गडगडाट, यामुळें तो खवळलेल्या महासागराप्रमाणें दिसत होता. हा सर्व प्रकार, मी उभा होतों त्याच्या फारच खालच्या बाजूस चालला असून, वर आकाश स्वच्छ व निरभ्र होतें. यामुळें मर्त्यलोकांत चाललेल्या या खळबळीकडे मी गंभीर तत्त्वज्ञाप्रमाणें शांत व तटस्थ मनानें पाहत होतों." या सर्व प्रकाराचें कारण उघड आहे. मेघ हे वाफेचे बनलेले असतात, व वाफ पृथ्वीजवळ असलेल्या हवेच्या थरांहून हलकी असल्यामुळें, ती उंच चढते. परंतु, यापुढें तिच्याहूनहि हलके असे हवेचे थर तिला लागल्यामुळें ती मध्येंच तरंगत राहते. आकाशांतील वरच्या भागांतलि हवा पृथ्वीजवळ असलेल्या हवेइतकीच जड असती, तर मेघांचे समुदाय मध्यभागीं न तरंगतां, हवेच्या थरांच्या नीट डोक्यावर जाऊन थांबले असते.

हवेच्या थरांच्या वजनामुळें खालचे थर दाबले जातात, व त्यामुळें ते दाट व घट्ट होतात, असें मागें सांगितलें. हवेस वजन असतें ही गोष्ट निव्वळ कल्पनिक नसून अगदीं खरी आहे. हवेचें वजन आपल्या लक्षांत येत नाहीं, याचें कारण हें आहे कीं, ती फार पातळ असल्यामुळें दगड, पाणी, इत्यादि घनरूप व द्रवरूप पदार्थांच्या मानानें तिचें वजन फार कमी आहे. तथापि हवेला वजन आहे, ही गोष्ट प्रयोगावरून सिद्ध करितां येते. वायुशोषक यंत्रानें एखाद्या बाटलींतील हवा काढून घेऊन तिचें वजन केलें तर तें पूर्वींपेक्षां कमी भरतें. यावरून आंत असलेल्या हवेस कांहीं वजन असलें पाहिजे, हें सिद्ध होतें. हवेचें वजन पाण्याच्या सुमारें $\frac{१}{७७०}$ असतें, असें शास्त्रज्ञांनीं प्रयोगावरून ठरविलें आहे. याचा अर्थ असा कीं, एखादी बाटली पाण्यानें भरून घेतली असतां, तिचें जें वजन होतें, तितकेंच वजन हवेचें पाहिजे असल्यास, अशा ७७० बाटल्या आपणांस हवेनें भरून घ्याव्या लागतील.

हवेस वजन असतें, व ती पृथ्वीपासून कित्येक मलपैयत वर पसरली आहे. हवेचे थर आकाशापर्यंत आडवे पसरले आहेत अशी कल्पना केली, तर या सर्व थरांचा मिळून पृथ्वीच्या सपाटीवर बराच दाब पडत असला पाहिजे, हें उघड आहे. एक चौरस इंचाच्या जागेवर पंधरा पौंडांचें वजन ठेवलें असतां, त्याचा तेथें जितका दाब पडेल, तितका दाब पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील दर चौरस इंचावर हवेमुळें पडत असतो. हवेचा

दाब दाखविणारीं बरीचशीं उदाहरणें मी लवकरच सांगणार आहे. पण त्यापूर्वीं हवेच्या दाबाविषयीं आणखी एक गोष्ट तुम्हांस लक्षांत ठेवली पाहिजे. दगड, वीट, इत्यादि घन पदार्थांचा दाब, ते ज्या आधारावर टेकलेले असतील, त्याच ठिकाणीं पडत असतो. प्रवाही पदार्थांची स्थिति याहून निराळी असते. प्रवाही पदार्थ म्हणजे पाण्यासारखे द्रवरूप असणारे व हवेसारखे वायुरूप असणारे पदार्थ. ते वाहूं शकतात, म्हणून त्यांस प्रवाही पदार्थ असें नांव आहे. प्रवाही पदार्थांचा दाब वरीलप्रमाणें केवळ एकाच बाजूस नसून, तो खालीं, वर आणि चोहों बाजूंस असतो. तुमच्या हातांत असलेल्या पुस्तकास हवा जितक्या जोरानें वरून खालीं दाबीत आहे, तितक्याच जोरानें ती त्यास खालून वर रेटीत आहे, व तेवढाच दाब उजवीकडून, डावीकडून, पुढून व मागून अशा चारीहि बाजूंनीं त्या पुस्तकावर पडला आहे.

पुस्तकास लागून असलेले हवेचे थर पुस्तकास खालून, वर, किंवा डाव्या उजव्या बाजूंनीं, व पुढून मागुन दाबूं शकतात, ही गोष्ट तुम्हांस खरी देखील वाटणार नाहीं. परंतु पदार्थांचे कण विरळ असले, म्हणजे वरच्या भारामुळें त्या कणांचा सर्व बाजूंस दाब कसा पडतो, हें दाखविण्याकरितां एक सोपें उदाहरण देतों. कागदाची एक पोकळ सुरळी तयार करा, व ती उभी धरून तिचा खालचा अर्धा भाग चेपला जाऊं न देतां, गव्हाच्या ढिगांत पुरा. तुमचे दोन हात त्या सुरळीच्या दोन्ही

बाजूंस ठेवून गव्हाचा ढीग जोरानें खालीं दाबा. वरील दाबामुळें गव्हाच्या ढिगांत असलेला पदार्थ वरून खालीं रेटला जाईल हें तर उघड आहे. पण तुम्हीं गव्हांत पुरलेल्या त्या सुरळीकडे नीट निरखून पाहिलें, तर डाव्या उजव्या बाजूंनीं दाबली गेल्यामुळें, ती चपटी झाल्याचें तुमच्या नजरेस येईल. यावरून गव्हाच्या ढिगास वरून खालीं दाबलें असतां आंतील सुरळीवर बाजूकडून दाब पडतो हें सिद्ध होतें.

यावर तुम्ही म्हणाल कीं, वरील दाबामुळें गव्हाच्या ढिगांतील पदार्थावर आजूबाजूंनीं दाब पडला, यांत मोठें नवल नाहीं; पण ढिगाला वरून खालीं दाबीत असतां ढिगांतील पदार्थ खालून वर कसा रेटला जाईल? मग जर तुम्हीं आपल्या बोटांत फटी ठेवून गव्हाचा ढीग दाबला असता, तर गव्हाचे कित्येक दाणे या फटींतून वर येऊन हातावर पसरले असते. हे दाणे वर कां येतात? त्यांना खालून वर कोण रेटतें? या दाण्यांना त्यांच्या खालचे दाणे वर रेटीत असल्यामुळेंच ते वर आले असले पाहिजेत.

या उदाहरणावरून पदार्थाचे कण मोकळे असले म्हणजे वरील भारामुळें सर्व दिशांनीं दाब कसा पडूं शकतो, हें तुमच्या ध्यानांत येईल. वरून दाब पडला, म्हणजे खालचे कण जिकडे वाट फुटेल तिकडे सैरावैरा धावूं लागतात, व त्यांच्या आदळण्यामुळें आंतील पदार्थावर सर्व बाजूंनीं दाब उत्पन्न होतो. घन पदार्थांच्या कणांस इतस्ततः संचार करण्यास बिलकुल स्वातंत्र्य नसतें. गव्हाचे दाणे वेगवेगळे होते, तरी दाबाचा

चमत्कार त्यांत पाहण्यासाठीं गव्हाच्या ढिगास वरून दाबावें लागलें. पाण्यासारख्या द्रवरूप पदार्थांच्या कणांस गव्हाच्या दाण्यापेक्षां किती तरी पटीनें अधिक स्वातंत्र्य असतें; व त्यामुळें केवळ वरील थराच्या मारानेंच पाण्याचे कण आंतील पदार्थांस सर्व बाजूंनीं दाबूं शकतात.

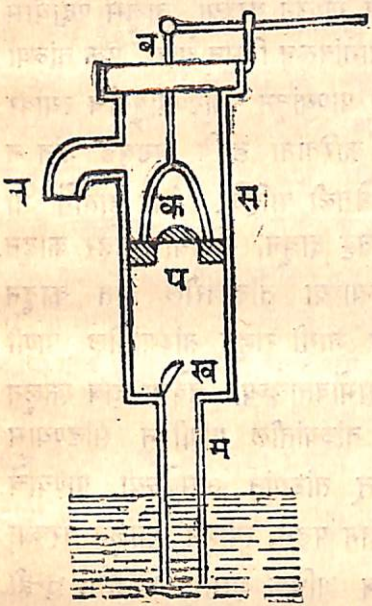
हवेचा दाब चोहोंबाजूंस कसा पडतो, हें तुम्हांस समजलें असेल, तर खालील प्रयोगांतील मर्म तुमच्या चटकन ध्यानांत येईल. माझ्यासमोर स्लेटपाटीवर एक कागदाचा तुकडा पडलेला आहे. हा तुकडा मला अगदीं सहजासहजीं उचलतां येतो. यत्किंचित् देखील प्रयास पडत नाहींत. याचें कारण हें कीं, कागदाखालीं असलेली हवा त्यास वरच्या बाजूस लोटीत असते, व वरची हवा खालील बाजूस दाबीत असते. यामुळें, त्या कागदाचा ओढा खालीं किंवा वर असा कोणत्याहि एका बाजूस मुळींच नसतो. म्हणून मला त्यास थोडक्या प्रयत्नानें उचलतां येते. पण मी त्या कागदास पाण्यांत बुडवून स्लेटपाटीवर सपाट पसरला, व नंतर त्यास वरून दाबलें, तर कागद पुन्हां पाटीवरून काढण्यास मला बराच प्रयास पडतो. कारण पाण्याच्या योगानें पाटी आणि कागद यांमधील हवा नाहींशी झाली. त्यामुळें कागदाच्या खालच्या बाजूस असलेला दाब नाहींसा होऊन वरच्या हवेचा दाब भासमान होऊं लागला. कागद आणि स्लेटपाटी यांमधील हवा मला पूर्णपणें काढून टाकतां आली असती, तर कागद पाटीस इतका भक्कम चिकटून बसाल

असता कीं, तो फाटला असता पण सहजासहजीं वेगळा करितां आला नसता.

आपण रंगपंचमीच्या दिवशीं रंग किंवा पाणी उडविण्याकरितां पिचकारीचा उपयोग करीत असतों. पिचकारीचें खालचें टोंक पाण्यावर ठेवून पिचकारीचा दांडा ओढला, म्हणजे पाणी आंत शिरतें. याचें कारण देखील हवेचा दाब हेंच होय. हवेच्या दाबामुळें पृथ्वीच्या पाठीवर असलेलें प्रत्येक ठिकाणचें पाणी खालच्या बाजूस चेपलें जात असतें. त्यामुळें त्यास ज्या ठिकाणीं पोकळी सापडेल त्या ठिकाणीं शिरण्याचा तें प्रयत्न करितें. पिचकारीचा दांडा वर ओढला, म्हणजे आंतल्या बाजूस पोकळी तयार होते. पोकळी तयार व्हावी म्हणून आंतील दट्ट्या पिचकारीच्या नळकांड्यास घट्ट आवळून बसेल असा केलेला असतो; व तो यदाकदाचित् सैल असला, तर त्यास फडकें गुंडाळून अधिक घट्ट करण्याची तुम्ही खबरदारी घेत असतां. अशा रीतीनें पिचकारींत एकदां पाणी भरून घेतलें, म्हणजे मग आपणांस वाटेल त्या माणसाच्या अंगावर तें उडवितां येतें.

कांहीं ठिकाणीं विहिरींतून पाणी वर ओढण्यासाठीं पंप बसविलेले असतात. त्यांची रचना देखील पिचकारीप्रमाणेंच असते. अशा एका पंपाची आकृति पुढच्या पानांत दाखविली आहे. म हा एक लोखंडी नळ असून पाणी काढण्यासाठीं तो विहिरीच्या बुडापर्यंत नेलेला असतो. हा नळ वरच्या बाजूस स

या पिचकारीस जोडलेला असतो. या पिचकारींतील विशेष अंग म्हणजे क आणि ख या दोन झडपा होत. यांपैकीं एक झडप क ही पिचकारींतील दट्ट्याच्या मध्यभागीं ठेवलेली असून, दुसरी ख ही पिचकारीच्या बुडाशीं ठेवलेली असते. या झडपा फक्त वरच्याच बाजूस उघडतात. पण त्यामुळें काय मौज होते ती पहा. पिचकारीचा दट्ट्या वर उचलला, म्हणजे आंतल्या बाजूस पोकळी तयार होऊन म या लोखंडी नळांतील हवा पिचकारींत शिरते. अशा रीतीनें या नळाच्या बुडाशीं असलेल्या पाण्यावरील हवेचा दाब कमी होऊन, तें बाहेरील दाबामुळें पिचकारींत ढकललें जातें. अशा रीतीनें पिचकारींत पाणी शिरल्यानंतर दट्ट्या



आकृति ३. पाणी काढण्याचा पंप.

खालीं दाबावयास लागलों कीं, तो पिचकारींतील पाण्यास खालीं दाबतो. या पाण्याचा भार ख या झडपेवर पडून ती बंद होते, आणि आंतील पाणी चेपलें गेल्यामुळें तें क या झडपेवाटें वर निघून जातें, अशा रीतीनें दट्ट्या पिचकारीच्या खालीं पोंचतो तोंपावेतों आंतील सर्व पाणी वर वाहून गेलें असतें. नंतर या

पाण्याच्या भारामुळें ही झडप बंद होते, व दुसऱ्या खेपेस आणखी कांहीं पाणी वर येते. अशा रीतीनें पुरेसें पाणी वर आलें म्हणजे तें तोटीवाटें वाहूं लागतें.

वरील प्रयोगांवरून हवेचा दाब खालच्या बाजूस पडतो हें उघड होतें. पण हवेचा दाब खालून वरच्या बाजूस पदार्थांस रेटीत असतो, हें खालील प्रयोगांवरून दिसून येईल. एक तांब्या पाण्यानें शिगोशीग भरून तो पाण्यांतून काढण्यापूर्वींच त्यावर एक कागद झाकावा. असें करितांना हवेचे बुडबुडे आंत न शिरतील याची खबरदारी घेतली पाहिजे. नंतर हातानें तो कागद तांब्याच्या तोंडावर घट्ट दाबून, तांब्या बाहेर काढून पालथा करावा. आतां तांब्याच्या तोंडावरील हात काढून घेतला, तरी कागद जागच्या जागीं राहून तांब्यांतील पाणी सांडणार नाहीं. आपल्या सभोंवतालच्या हवेचा दाब खालून वरच्या बाजूस नसता, तर तांब्यांतील पाणी न सांडण्यास कांहींच कारण नव्हतें. अर्थात् तांब्यांत असलेल्या पाण्याचें खालील कागदावर जितकें वजन पडतें, त्याहून खालून वरच्या बाजूस चेपणारा हवेचा दाब अधिक असला पाहिजे. तुम्हीं कागदाकडे निरखून पहाल, तर तो आंतल्या बाजूस वाकला असल्याचें दिसेल. त्यावरून हीच गोष्ट सिद्ध होतें. आपण उन्हाळ्याच्या दिवसांत पाणी गार करण्यासाठीं पाण्याचा तांब्या फडक्यांत बांधून व उपडा करून टांगून ठेवीत असतों. या तांब्याचें फडकें देखील वरीलप्रमाणेंच आंतल्या बाजूस चेपलें असतें, असें तुम्हांस दिसून येईल.

हवेस दाब असतो हें समजलें, म्हणजे रोजच्या रोज दिसणारीं किती तरी कोडीं आपणांस उकलतां येतील. गाय, बैल इत्यादि जनावरांस पाणी पितांना तुम्हीं कित्येक वेळां पाहिलें असेल. जनावरांचें तोंड खालच्या बाजूस असून त्याहून किंचित् वर असलेल्या त्यांच्या पोटांत पाणी जावयाचें असतें. हें पाणी वर कसें चढतें, हें तुम्हांस ठाऊक आहे काय? जनावर प्रथम आपलें तोंड पाण्यांत बुडवून, आंतील हवा फुप्पुसांत ओढून घ्यावयास लागतें. अशा रीतीनें आंतल्या बाजूस पोकळी तयार झाल्यामुळें, बाहेरील हवेच्या दाबानें पाणी रेटलें जाऊन वर चढतें. सारांश, पाणी प्यावयाच्या वेळीं आंतील हवा शोषून घेणें, एवढेंच काम जनावरास करावयाचें असतें; व नंतर पाण्यास वरच्या बाजूस थेट पोटापर्यंत ढकलीत नेण्याचें काम हवेकडून आपोआप होत असतें. याविषयीं तुमच्या मनांत संशय असल्यास, तुम्ही स्वतः ओणवें होऊन जमिनीवर असलेल्या एखाद्या भांड्यांतून पाणी पिण्याचा प्रयत्न करा. पाणी वर चढावें, यासाठीं तुम्हांस आंतील हवा फुप्पुसांत ओढून घ्यावी लागेल. अशा रीतीनें पाणी पीत असतां, जर तुम्हीं आपला एक ओठ पाण्याच्या सपाटीवरून किंचित् वर उचलला, तर हवेस आंत जाण्यास वाट मिळाल्यामुळें आंतील पोकळी नाहाशी होईल; व अशा रीतीनें पाणी पिण्याचा कितीहि वेळ तुम्ही प्रयत्न करीत राहिला, तरी तो साध्य होणार नाहीं. याच कारणासाठीं जनावरें पाणी पीत असतांना आपल्या तोंडाच्या चारहि बाजू पाण्याच्या सपाटीखालीं बुडवीत असतात.

लहान मूल मातेच्या स्तनांतून दूध पीत असतें, त्याची रीत देखील वरीलप्रमाणेंच आहे. दूध प्यावयाचें झालें, म्हणजे तें स्तनास तोंड चिकटवून आंतल्या बाजूस पोकळी तयार करितें; व त्या ठिकाणीं हवेचा दाब नाहींसा होऊन शरीरांतील रक्ताच्या दाबामुळें स्तनांतून दूध वहावयास लागतें.

आपल्या शरीराचा एखादा भाग दुखावयास लागला, म्हणजे त्यास आराम व्हावा यासाठीं, डॉक्तर लोक कधीं कधीं त्या ठिकाणीं काचेचे पेले चिकटवीत असतात. यास इंग्रजींत 'कपिंग' असें नांव आहे. तें करितांना लहानसा काचेचा पेला घेऊन व त्यांत स्पिरिटचे दोन चार थेंब टाकून जाळतात. अशा रीतीनें आंतील हवा विरळ झाली, म्हणजे पेला शरीराच्या दुखऱ्या भागावर लावण्यांत येतो; व बाहेरील हवेचा दाब पेल्यांतील हवेपेक्षां अधिक असल्यामुळें पेला शरीरास आपोआप चिकटतो. शिवाय, पेल्यांतील हवेचा दाब रक्ताच्या दाबापेक्षां कमी झाल्यामुळें तेथील मांस व रक्तवाहिन्या फुगूं लागतात, व त्यामुळें तेथें रक्ताभिसरण अधिक होऊन आराम वाटतो.

गोगलगायीच्या जातीचे बिलबिलीत शरीराचे प्राणी कधीं कधीं दगडास किंवा भिंतीस अगदीं घट्ट असे चिकटून बसलेले दिसतात; व आपण बराचसा जोर केला तरी त्यांस आपणांस दगडापासून वेगळे करितां येत नाहीं. अशा मृदु शरीराच्या प्राण्यांत ही एवढी शक्ति कोठून येते? ही शक्ति त्यांची स्वतःची नसून, हवेच्या दाबामुळेंच त्यांस आलेली असते. गोगल-

गाईस ज्या दगडास चिकटावयाचें असेल, त्याच्या आकाराचा ती आपल्या कवचाचा काठ तयार करते; आणि नंतर आंतली बाजू ती पाण्यान किंवा आपल्या शरीरानें भरून काढिते. अशा रीतीनें घरव्याच्या आंतील बाजूचा हवेशीं संबंध तोडून टाकल्यामुळें, बाहेरच्या बाजूस हवेचा दाब भासमान होऊं लागतो; व त्यामुळें असें घरटें दगडापासून वेगळें करावयाच असल्यास, दर चौरस इंचावर पंधरा पौंडाइतका जोर आपणांस करावा लागेल. पण वायुशोषक यंत्रानें एखाद्या भांड्यांतील हवा काढून घ्यावयास लागलों, व त्यांत गोगलगाईचें घरटें चिकटलेला दगड ठेवला, तर आंतील हवा कमी झाली, म्हणजे घरटें आपल्या स्वतःच्याच वजनानें आपोआप खालीं पडतें. यावरून हवेच्या दाबामुळेंच गोगलगाईचें घरटें दगडास भक्कम चिकटून बसलें असतें, हें सिद्ध होतें.

माशा व इतर कृमिकीटक हे भिंतीवर उभे चढूं शकतात, किंवा घराच्या छतावर आपले पाय टेकून व पाठ खालीं करून लोंबकळूं शकतात, यास देखील हवेचा दाब हें कारण आहे. कारण, अशा प्राण्यांस ज्या पदार्थावर बसावयाचें असेल, त्यावर ते आपले पाय जोरानें दाबून, पाय आणि तो पदार्थ यांमधील हवा काढून टाकूं शकतात; आणि म्हणून हवेच्या भारामुळें त्यांस लकटतां येतें.

चहाच्या किटलीच्या झाकणांत एक लहानसें छिद्र ठेवलें असतें; याचें कारण हवेचा दाब आंतल्या बाजूस पडावा हेंच

होय. कारण, चहाची वाफ व्हावयास लागली, म्हणजे किटलीं-तील हवा तोटीवाटें बाहेर लोटली जाण्याचा संभव असतो. अशा रीतीनें आंतील हवा कमी होऊन बाहेरच्या हवेचा दाब किटलीच्या तोटीवर पडला, तर किटली कलती केली तरी तिज-मधून चहा वाहीनासा होईल.

दगड, लाकूड, यांसारखे कोणतेहि दोन पदार्थ घेऊन त्यांचा एक एक पृष्ठभाग घासून गुळगुळीत केला, व पाण्यांत बुडवून ते दोन्ही एकमेकांस चिकटविले, तर ते वेगळे करण्यास फार जोर करावा लागतो. काच घासून गुळगुळीत करणारांस ही गोष्ट चांगली ठाऊक असते. दुर्बिणीचा एखादा मोठा काच घासून घासून गुळगुळीत केल्यानंतर, तो हत्यारावरून काढून घेण्याकरितां दोन माणसांची गरज लागते. काच कोरडा अस-ल्यास तो वेगळा करण्याकरितां इतका जोर लागत नाहीं; कारण मध्यें हवा राहूं शकते. पण, तेल किंवा दुसरा एखादा चिकट पदार्थ त्यास लावलेला असला, तर एक चौरस इंच क्षेत्रफळाचा काच ओढून काढण्याकरितां पंधरा पौंड वजना-इतका जोर खर्च करावा लागतो. हवेच्या दाबामुळेंच काच हत्यारास चिकटलेला असतो, हें सिद्ध करण्याकरितां ही गोष्ट सांगतां येईल कीं, हवा काढून घेतलेल्या भांड्यांत काच आपो-आप वेगळा होतो.

चुना व सिमेंट यांच्या योगानें पदार्थ अगदीं भक्कम चिकट-तात. यास देखील हवेचा दाब हें एक कारण आहे. लाकडाचे

दोन तुकडे एकमेकांस जोडावयाचे असले, म्हणजे ते घासून घासून गुळगुळीत करितात. इतकें करून त्यावर जीं छिद्रें किंवा विषम भाग राहिलेले असतील, ते बुजविण्याकरितां त्यास एखादा चिकट पदार्थ लावण्यांत येतो. नंतर ते एकमेकांवर दाबतात, म्हणजे आंतील सर्व हवा निघून जाते. इतकें झालें, म्हणजे दर चौरस इंचावर पंधरा पौंड वजनाइतका हवेचा दाब त्यावर पडल्यामुळें, ते एकमेकांस घट्ट मिंठी मारून बसतात. आपल्या घरांची मजबुती बहुतांशीं याच नियमावर अवलंबून असते. कारण, चुना, माती आणि सिमेंट, यांच्या योगानें दगड आणि विटा यांमधील फटी जितक्या चांगल्या रीतीनें बुजविल्या जातील, व बाहेरील हवेस आंत शिरकाव करण्यास जितका कमी अवसर मिळेल, तितकी त्या घराची मजबुती अधिक होईल, हें उघड आहे.

इंग्लंडांतील मुलें "सकर" नांवाच्या एका खेळण्यानें मोठाले दगड उचलीत असतात. हें खेळणें कडक चामड्याचें केलें असून, त्याच्या मागच्या बाजूस दोरी बांधलेली असते. हें चामडें पाण्यांत भिजवून दगडावर जोरानें चेपलें, म्हणजे दगड आणि चामडें यांमधील हवा बाहेर निघून जाऊन, चामडें दगडास चिकटून बसतें, आणि त्याच्या योगानें मोठाले दगड उचलतां येतात.

प्रकरण तिसरें.

वायुभारमापक यंत्र.

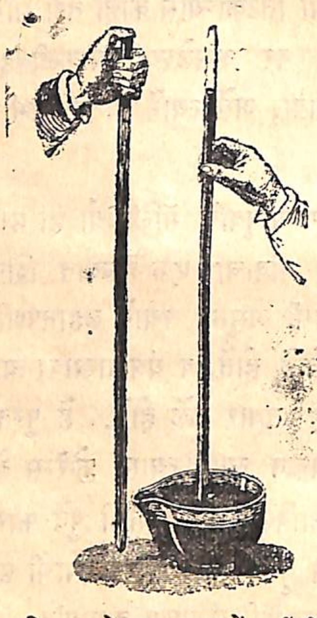
हवेचा दाब पृथ्वीवरील सर्व पदार्थांवर पडत असतो, हा शोध इ. स. १६५० च्या सुमारास लागला. पिचकारींतील पाणी वर चढतें, ही गोष्ट शास्त्रज्ञांस यापूर्वीं देखील ठाऊक होती; व पंपाच्या योगानें विहिरींतील पाणी वर चढविण्याचे उपाय त्यांनीं शोधून काढले होते. तथापि, या सर्व प्रकाराचा उलगडा त्यांस नीट रीतीनें होत नसे. पिचकारीचा दांडा वर ओढला, म्हणजे आंतील पाणी वर चढतें, याचें कारण ते असें सांगत असत कीं, निसर्गदेवतेस कोणतीहि जागा रिकामी राहूं देण्याचा तिटकारा आहे; व एखादी जागा रिकामी दिसली कीं, ती भरून काढण्याचा ती सारखा प्रयत्न करीत असते. पण इ. स. १६४२ मध्यें फ्लोरेन्स शहरच्या ड्यूकसाहेबांनीं आपल्या इंजिनियरांस आपल्या सरहद्दींतील एका ठिकाणचें पाणी पंपाच्या योगानें पन्नास फूट वर उचलण्याचा हुकूम केला.

सर्व यंत्रसामुग्री नीट जुळविल्यानंतर पंपांतील पाणी कांहीं केल्या बत्तीस फुटांच्या वर उचलतां येईना. अर्थात् निसर्गदेवतेस पोकळीचा तिटकारा आहे, या सिद्धांतांत कोठें तरी चूक असली पाहिजे, असा त्यांस संशय आला; व त्यांनीं ही गोष्ट त्या वेळचा प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ गॅलिलियो यास कळविली. पण गॅलिलियो यास देखील या कोड्याचा उलगडा होईना, व निसर्गदेवतेस पोकळीचा तिटकारा असला, तरी त्या तिटकाऱ्यास कांहीं तरी सीमा आहे, व बत्तीस फूट उंचीच्या वर असलेल्या पोकळीबद्दल तिला इतका विषाद वाटत नसावा, असें त्यानें मोठ्या गंभीरपणानें उत्तर दिलें.

या प्रश्नाचा नीट छडा लागण्यापूर्वींच गॅलिलियो हा मरण पावला. पण त्याचा टॉरिसेली नांवाचा एक प्रख्यात शिष्य होता. तो रोम शहरचा रहिवासी असून, त्यानें लहानपणींच गॅलिलियोच्या ग्रंथांचें अध्ययन केलें होतें, व यंत्रशास्त्रावर त्यानें आपलें स्वतःचें एक पुस्तकहि तयार केलें होतें. हें पुस्तक गॅलिलियोच्या नजरेस पडल्यावरून त्यानें त्यास फ्लोरेन्स येथें आपल्याबरोबर रहावयास बोलाविलें. या दोघांची पुढें फारच गट्टी जमली, व गॅलिलियो यास वृद्धापकाळ येऊन त्याची दृष्टि गेली, तेव्हां आपल्या तरुण शिष्याशीं संभाषण करण्यांत त्याचे तासचे तास निघून जात. गॅलिलियोच्या मरणानंतर टॉरिसेली यास फ्लोरेन्स येथें गणिताच्या अध्यापकाची मोठी सन्मानाची जागा मिळाली. याच माणसानें हवेच्या दाबाचा शोध लावला.

टॉरिसेली याच्या मनांत असा विचार आला कीं, पाण्यासारखा हलका पदार्थ पिचकारीस जर केवळ बत्तीस फूट वर चढवितां येतो, तर त्याहूनहि साडेतेरा पटीनें जड असलेला पारा तिला फारच कमी उंच चढवितां आला पाहिजे. आपला तर्क बरोबर आहे किंवा नाहीं, हें पाहण्यासाठीं त्यानें एक प्रयोग करून पाहण्याचें ठरविलें. तो प्रयोग खालीलप्रमाणें होता.

एका बाजूस बंद असलेली सुमारें छत्तीस इंच लांबीची कांचेची नळी त्यानें घेतली, व ती उभी धरून कांठोकांठ पाऱ्यान भरली. नंतर तिच्या वरच्या बाजूस आंगठा दाबून ती पाऱ्याच्या भांड्यांत उपडी केली, व आंत हवेचा शिरकाव न होईल अशा रीतीनें आंगठा हळूंच काढून घेतला. आंगठा काढून घेतल्याबरोबर नळींतील पारा खालीं वहावयास लागून नळी रिकामी झाली असेल, असा कदाचित् तुमचा तर्क असेल. परंतु तसें न होतां नळींतील पारा भांड्यांतील पाऱ्याच्या पातळीवर अमुक एका उंचीपावेतों स्थिर झाल्याचें त्यास आढळून आलें. या प्रयोगांतील दुसरी गोष्ट ही कीं, नळींतील पाऱ्याच्या वर-



आकृति ४. हवेच्या भारामुळें नळींतील पारा ३० इंच वर उचलला गेला.

च्या बाजूस कांहीं जागा मोकळी पडलेली सांपडली. तिजमध्यें हवेचा शिरकाव होणें शक्य नसल्यामुळें ती पूर्णपणें रिकामी असली पाहिजे हें उघड झालें.

वरील प्रयोगांत कांचेच्या नळींतील पारा गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमास न जुमानतां इतका उंच कां राहिला, हें तुमच्या लक्षांत आलें काय? नळींतील पाऱ्याच्या वरच्या बाजस पोकळी असल्यामुळें त्याजवर कोणत्याहि प्रकारचा दाब नव्हता. पण खालच्या बाजस मात्र भांड्यांतील पाऱ्यावर सभोंवतालच्या हवेचा दाब पडला होता. या दाबामुळेंच, पिचकारींतील पाणी वर चढतें त्याप्रमाणें, नळींतील पारा वर रेटला जाऊन तो इतका वर चढला. नळींतील पारा तिच्या थेट टोंकापावेतों न भिडतां, कांहीं विशिष्ट उंचीपावेतोंच उचलला गेला, याचें कारण देखील तुमच्या लक्षांत आलें असेल. तें हें कीं हवेच्या दाबाच्या अंगीं पाऱ्यास कांहीं विशिष्ट उंचीपावेतोंच उचलण्याची शक्ति होती. समुद्रसपाटीवर हा प्रयोग दोनचार वेळ करून पाहिला, तर नळींतील पाऱ्याची उंची फारशी कमजास्त न होतां, सरासरीनें ३० इंच असल्याचें दिसून येतें. यावरून समुद्रसपाटीवर हवेचा दाब पाऱ्याच्या थरास ३० इंच वर उचलूं शकतो, हें सिद्ध होतें.

वरील प्रयोगांत हवेचा भार मापण्याचें साधन आपल्या हातीं आलें आहे, हें टॉरिसेली याच्या लक्षांत आलें. तो लिहितो कीं, या प्रयोगाच्या योगानें केवळ पोकळी तयार करावयाची

५

एवढाच माझा विचार नसून, हवेंत होणारे फेरफार दाखविणारें यंत्र तयार करण्याचा माझा बेत आहे. या यंत्राच्या योगानें हवा केव्हां जड व केव्हां हलकी होते, हें देखील समजून येईल.

टॉरिसेली यानें काढलेलें मत एकाएकीं मान्य होणें शक्य नव्हतें. निरनिराळ्या विद्वानांकडून त्याजवर आक्षेप घेण्यांत आले. कारण, हवेसारख्या पातळ पदार्थाच्या योगानें पाऱ्यासारखा जड व वजनदार पदार्थ इतका वर उचलला जाईल, ही गोष्ट त्यांस अशक्य कोटींतील भासली. एका तत्त्वज्ञानें तर नळींतील पारा तिच्या वरच्या टोंकापासून कांहीं अदृश्य धाग्यांच्या योगानें लोंबत असतो, व हे धागे आपल्या बोटास भासूं शकतात, असा शोध लावला. वरील सर्व आक्षेपकांस बिनतोड उत्तर देऊन, पाऱ्याच्या थरास इतक्या उंचीपावेतों तोलून धरणारें साधन दुसरें तिसरें कोणतेंहि नसून हवेचा दाब हेंच होतें, हें सिद्ध करण्याकरितां अधिक पुराव्याची गरज होती. हा पुरावा गोळा करण्यापूर्वींच टॉरिसेली हा इ. स. १६४७ मध्यें मरण पावला.

टॉरिसेली याच्या मरणानें अर्धवट राहिलेलें काम पॅस्कल नांवाच्या एका फ्रेंच शास्त्रज्ञानें पुढें चालविलें. आपण वर जातों तसतशी हवा विरळ होते, ही गोष्ट त्यास ठाऊक होती. त्यानें असा विचार केला कीं, हवेच्या दाबामुळेंच नळींतील पारा वर रेटला जात असेल, तर पर्वताच्या शिखरावर हवेचा दाब कमी असल्यामुळें, तेथें पाऱ्याची उंची कमी होईल; व ती समुद्रसपा-

टीवर त्याहून अधिक वाढेल. त्यानें हा प्रयोग इ. स. १६४८ मध्यें एका उंच पर्वताच्या शिखरावर व पायथ्याशीं करून पाहिला; व पाऱ्याची उंची पर्वताच्या पायथ्याशीं २८ इंच असून शिखरावर २४ इंच असल्याचें त्यास आढळून आलें. नंतर पॅस्कलनें प्रयोगाचें सामान शिखरावरून हळूहळू खालीं आणिलें, तेव्हां नळींतील पारा हळूहळू उंच जाऊं लागल्याचें त्यास दिसलें; व ज्या वेळेस तो अगदीं खालीं पोंचला, तेव्हां त्यानें आणलेल्या नळींतील पाऱ्याची उंची पायथ्याशीं अगोदर ठेवलेल्या नळींतील पाऱ्याइतकीच झाली असल्याचें त्यास आढळून आलें. अशा रीतीनें केवळ सहा वर्षांच्या अवधींत तीन विद्वानांनीं, आपल्या पूर्वींच्या शास्त्रज्ञांच्या ज्ञानाचा फायदा घेऊन व त्यांच्या पश्चात् त्यांचे शोध पुढें चालवून, हवेच्या दाबाचा शोध लावला; आणि निसर्गदेवतेस पोकळीचा तिटकारा आहे, हवा चंद्रलोकापर्यंत पसरली आहे, इत्यादि चुकीच्या व भ्रामक समजुती नाहींशा केल्या.

नळींतील पारा हवेच्या दाबामुळेंच वर उचलला जातो, हें सिद्ध करण्याकरितां आतां आपणांस पर्वताच्या शिखरावर जावयास नको. वायुशोषकानें आपणांस एखाद्या भांड्यांतील बरीचशी हवा काढून घेतां येते. वायुशोषकाशीं जोडलेल्या एखाद्या भांड्यांत वरील प्रयोगांतील सामान जुळवून ठेविलें, तर हवा जसजशी कमी होते तसतसा नळींतील पारा खालीं उतरावयास लागतो; आणि भांड्यांत हवेचा शिरकाव होऊं दिला, तर नळींतील पारा पुन्हा पर्ववत् वर चढतो. यावरून हें दिसतें कीं पृथ्वी-

च्या सभोंवतीं ३० इंच उंचीचें पाऱ्याचें वेष्टण दिलें असतें, तर प्रत्येक पदार्थावर जितका दाब पडला असता, तितका दाब सध्याच्या स्थितींत सुमारें दोनशे मैल उंच पसरलेल्या हवेच्या थरामुळें उत्पन्न होतो.

टॉरिसेली यानें केलेल्या प्रयोगांत कोणत्याहि ठिकाणीं हवेचा दाब किती आहे, हें मापण्याचें साधन उपलब्ध झाल्याचें आपण पाहिलें. वायूचा भार मापण्याचें जें यंत्र असतें, त्याची साध्यांतली साधी प्रत घेतली, तर ती हुबेहूब याच नमुन्याची असते. त्यांत विशेष हाच असतो कीं, इंचाचे भाग पाडलेलें एक माप नळीच्या मागच्या बाजूस ठेवलेलें असतें; व त्यावरून पाऱ्याची उंची कितपत कमजास्त झाली, हें आपणांस सांगतां येतें. प्रत्यक्ष अनुभवावरून असें दिसतें कीं, वायुभारमापक व उष्णमापक यंत्रें यांतील पाऱ्याची गति उलट दिशेस असते. म्हणजे वायुभारमापकांतील पारा उतरावयास लागला कीं, उष्णमापकांतील पारा चढूं लागतो; व उष्णमापकांतील पाऱ्याची उंची कमी व्हावयास लागली, म्हणजे वायुभारमापकांतील पाऱ्याची उंची वाढूं लागते. याचें कारण हें आहे कीं, एखाद्या ठिकाणची उष्णता वाढली म्हणजे तेथील हवा तापते; आणि ती तापून विरळ झाली म्हणजे तिचा वायुभारमापकावर कमी दाब पडून त्यांतील पारा खालीं उतरतो. उलटपक्षीं, हवा थंड झाली म्हणजे ती जड होऊन वायुभारमापकावर अधिक दाब टाकते, व त्यांतील पाऱ्यास उंच चढविते.

वायुभारमापकाचा दुसरा एक नमुना आहे, त्यांतील कांचेची

नळी चिमटच्याप्रमाणें वांकलेली असते या नळीचा एक दांडा सुमारें चौतीस इंच लांब असून, दुसरा त्या मानानें फारच आंखूड असतो. लांबट नळींतील सर्व हवा काढून घेऊन तिच्यांत पारा भरतात, व पाऱ्याचा कांहीं भाग आंखूड नळींत वाहून आलेला असतो. लांबट नळींतील पारा आंखूड नळींतील पाऱ्यापेक्षां जितका अधिक उंच असतो, ती उंची म्हणजे त्या ठिकाणच्या हवेच्या भाराचें माप होय.

टॉरिसेली यानें केलेल्या प्रयोगांतील कांचेच्या नळीचें तोंड एक चौरस इंच असून, पाऱ्याची उंची ३० इंच झाल्यावर तो स्थिर झाला, असें आपण समजूं. या वेळीं भांड्यांतील पाऱ्यावर प्रत्येक चौरस इंचावर सारखा दाब असला पाहिजे हें उघड आहे. कारण एखाद्या ठिकाणीं दाब कमी असता, तर त्या ठिकाणचा पारा वर उचलला गेला असता. म्हणजे नळीच्या बाहेरील प्रत्येक चौरस इंचावर जितका भार आहे, तितकाच भार नळीच्या बुडाशीं असलेल्या एक चौरस इंच पाऱ्यावर देखील आहे. नळीच्या बुडाशीं असलेल्या पाऱ्यावर नळींतील ३० इंच उंच पाऱ्याचें वजन पडलें आहे. इतक्या पाऱ्याचें वजन अजमासें पंधरा पौंड म्हणजे साडेसात शेर भरतें. अर्थात् नळीच्या बुडाखालच्या पाऱ्याप्रमाणें नळीबाहेरच्या पाऱ्यावर देखील इतकाच दाब पडला असला पाहिजे. याचा अर्थ असा कीं, एक चौरस इंचावर असलेल्या हवेच्या सर्व थरांचा दाब पंधरा पौंड वजनाइतका भरतो. अर्थात् दर चौरस फूट जागेवर तो १४४×१५ म्हणजे २१६० पौंड वजनाइतका होतो.

आपल्या शरीराचें क्षेत्रफळ काढलें, तर हवेचा किती भार आपणांस सहन करावा लागतो, याची कल्पना करितां येईल. मध्यम प्रतीच्या माणसाची उंची पांच फूट नऊ इंच व रुंदी एक फूट असते. पण डोकें व पाय हीं मधल्या भागापेक्षां कमी रुंद असल्यामुळें, माणसाची उंची पांचच फूट आहे, अशी कल्पना करूं. म्हणजे त्याच्या पुढच्या भागाचें क्षेत्रफळ (५ × १) पांच चौरस फूट भरतें; व तितकेंच त्याच्या मागच्या भागाचें धरलें, तर हे दोन्ही मिळून दहा चौरस फूट होतात. यांत आणखी माणसाच्या दोन्ही कुशींकडील भागांचें क्षेत्रफळ मिळविलें पाहिजे. कुशीकडील भागांची उंची पूर्वीप्रमाणेंच पांच फूट धरून रुंदी अर्धा फूट धरली, तर दोन्ही कुशी मिळून पांच चौरस फूट क्षेत्रफळ होईल. म्हणजे माणसाच्या एकंदर सर्व शरीराचें क्षेत्रफळ पंधरा चौरस फूट झालें. एक चौरस फुटावर हवेचा दाब २१६० पौंड वजनाइतका असतो. अर्थात् माणसाच्या सर्व शरीरावर एकंदर २१६०×१५ म्हणजे ३२४०० पौंडांचा किंवा ४०५ मणांचा भार होत असला पाहिजे.

हें सर्व वजन शरीरावर कोणत्या तरी एकाच बाजूनें पडतें, तर त्याच्या योगानें आपल्या शरीराचा चुरा देखील झाला असता. पण तें खालून, वरून आणि सर्व बाजूंनीं सारखेंच असल्यामुळें, व शिवाय शरीरांतील रक्त व त्यांत मिसळलेली हवा त्यास विरुद्ध बाजूनें लोटीत असल्यामुळें, आपणांस त्याचा त्रास भासत नाहीं. हवेचा हा भार वेळेनुसार कमजास्त होत

असतो. हवेंत हलकेपणा येतो, त्या वेळीं तिचें आपल्या शरीरावरील वजन ३११९० पौंडांपर्यंत उतरतें; व हवा जड झाली म्हणजे तिचें आपल्या शरीरावरील वजन ३३६६० पौंडांपर्यंत वाढतें. या दोहोंमधील फरक २९१० पौंड म्हणजे तीस मणांहूनहि जास्त आहे, व तो कांहीं थोडाथोडका नाहीं. त्यापासून आपल्या शरीरावर आणि प्रकृतीवर मोठे महत्त्वाचे परिणाम घडून येतात. हवा हलकी झाली, म्हणजे फुप्फुसांत जाऊन त्यांस पूर्णपणें फुगविण्याची तिची शक्ति कमी होते, आणि त्यामुळें दम्याच्या माणसांचा विकार वाढतो. पावसाळ्याच्या दिवसांत ढग खालीं येतात, तेव्हां हवेचें वजन फारच कमी झालेलें असतें. अशा वेळीं उत्साहशून्यता आणि औदासीन्य यांचें जिकडे तिकडे साम्राज्य पसरतें. कारण, हवेचा शरीरावरील दाब कमी झाल्यामुळें रक्ताचा प्रवाह सावकाश व मंद गतीनें वहावयास लागतो, स्नायु शिथिल होतात, त्यांची संकोचन पावण्याची शक्ति कमी होते आणि आळस, डोकें दुखणें इत्यादि लहानसहान कित्येक विकार उत्पन्न होतात. उलटपक्षीं, हवा जेव्हां जड होते, ढग आकाशांतील उंच भागांत निघून जातात, आणि त्यांची शुभ्र कोर नीलवर्ण नभोमंडलांत चमकूं लागते, तेव्हां हवेच्या या वाढलेल्या भाराचा शरीरावर दाब पडून रक्तवाहिन्या संकोच पावतात, त्यांतील रक्ताचा प्रवाह जोरानें वहावयास लागतो, स्नायूंस नवजीवन प्राप्त होतें आणि सभोंवतालच्या आनंददायक देखाव्यामुळें आपल्या मनाचा उत्साह देखील दुणावतो.



प्रकरण चवथें.

हवेंतील घटक पदार्थ.

आपण जिला हवा म्हणून म्हणतों ती अनेक पदार्थांच्या मिश्रणापासून झाली आहे. तिजमध्यें निदान दोन तरी पदार्थ असले पाहिजेत अशी शंका प्रथम डॉ. ब्लॅक नांवाच्या एका स्कॉच माणसास आली. एके दिवशीं त्याच्या असें लक्षांत आलें कीं, चुन्याची निवळ (म्हणजे कळीचा चुना पाण्यांत हालवून न विरघळलेला पदार्थ खालीं बसल्यानंतर वर जें स्वच्छ पाणी रहातें तें) हवेमध्यें ठेविली तर ती कांहीं वेळानें गढूळ होते व तिजवर एक प्रकारचा पांढुरका रंग चढतो. पण तीच निवळ एखाद्या बाटलींत भरून ठेवली, व तिला हवेचा संसर्ग होऊं नं दिला, तर ती गढूळ होत नाहीं. अर्थात् निवळीवर येत असणारा पांढुरका रंग हवेच्या संसर्गानेंच येत असला पांहिजे, हें उघड झालें. पण निवळीवर चढणारा पांढुरका रंग फारच थोडक्या प्रमाणांत असतो, ही गोष्ट त्याच्या निदर्शनास आली; व त्यावरून त्याला असें वाटलें कीं, ज्या पदार्थाच्या योगानें हा

परिणाम घडतो तो हवेंत फारच थोडक्या प्रमाणांत असला पाहिजे; आणि म्हणून चुन्याच्या निवळीवर परिणाम घडविणारा पदार्थ आणि शेष राहिलेली हवा, असे निदानपक्षीं दोन पदार्थ हवेंत असले पाहिजेत, असा त्यानें तर्क केला. डॉ. ब्लॅक यानें काढलेला तर्क बरोबर ठरला हें खरें. पण त्यास त्यानें जीं कारणें दाखविलीं तीं मात्र बरोबर नव्हतीं. आपल्या रक्तांत असलेला जो धुरकट वायु दर श्वासोच्छ्वासाबरोबर हवेंत मिसळत असतो तोच हा पदार्थ होय. एखाद्या बाटलींत चुन्याची निवळ भरून तिजवर आपण आपल्या श्वासोच्छ्वासाची फुंकर घालूं लागलों, तर ती गढूळ होते. कारण या धुरकट वायूचा चुन्याच्या निवळीशीं संयोग घडला तर या दोहोंपासून खडू तयार होतो. हीच खडूची भुकटी चुन्याच्या निवळीवर तयार होऊन तिला एक प्रकारचा गढूळ व पांढुरका रंग येत असतो.

हवेंत प्राणरक्षक वायु नांवाचा जो दुसरा एक वायुरूप पदार्थ आहे, त्याचा देखील अशाच आकस्मिक रीतीनें शोध लागला. इंग्लंडमध्यें प्रीस्टले नांवाचा एक माणूस रहात असे. त्याचा बाप गरीब असून तो कापड विकण्याचा धंदा करीत होता. प्रीस्टले हा मोठा आनंदी व मोकळ्या मनाचा माणूस होता, व त्यास लहानपणापासून निरनिराळे प्रयोग करून पाहण्याची संवय लागली होती. एके दिवशीं सुमारें चवदा इंच व्यासाचा एक मोठा सूर्यकांत मणि त्याच्या हातीं लागला. एखाद्या लहान मुलास कोणतीहि नवीन वस्तु मिळाली म्हणजे तो तिजबरोबर जसे निर-

निराळे खेळ करून पाहतो, त्याप्रमाणें तरुण प्रीस्टले हा आपल्या प्रयोगशाळेंत गेला आणि निरनिराळ्या पदार्थांवर या मण्याचे प्रयोग करून पाहूं लागला.

कर्मधर्मसंयोगानें त्या वेळीं प्रीस्टले याच्या प्रयोगशाळेंत मर्क्युरिक ऑक्साइड हा एक पदार्थ होता. पारा बराच वेळ हवेंत तापवला म्हणजे त्याची चकाकी नाहींशी होते, व त्याजवर गंज चढून जो तांबुस रंगाचा पदार्थ तयार होतो तोच हा पदार्थ होय. प्रीस्टले यानें सूर्यकांत मणि सूर्यासमोर धरून त्याचे एकवटलेले किरण या पदार्थावर पाडले, आणि पहातो तों त्यांतून कोणता तरी वायु निघत असल्याचा त्यास भास झाला. नंतर प्रीस्टले यानें या वायूची एक बाटली भरून घेतली, आणि तिजमध्यें मेणबत्ती पेटवून बुडविली. ही मेणबत्ती या नवीन वायूंत फारच जोरानें जळूं लागली. नंतर त्यानें एक कोलीत घेऊन तें या वायूंत बुडविलें, तेव्हां त्याचा एकदम जाळ होऊन तें देखील मोठ्या झपाट्यानें जळूं लागलें.

वरील प्रयोगावरून प्रीस्टले याच्या मनांत या नवीन वायूविषयीं मोठें कौतुक उत्पन्न झालें, आणि आतां या वायूचे आणखी गुणधर्म तपासण्यासाठीं निरनिराळे प्रयोग करून पाहण्याचा त्यानें निश्चय केला. त्यानें एक लहानशी बाटली घेऊन ती या नवीन वायूनें भरून घेतली, व तिजमध्यें एक जिवंत उंदीर घातला. याचा देखील मोठा आश्चर्यकारक परिणाम घडून आला. कारण, नुसत्या साध्या हावेनें तेवढी बाटली भरून उंदीर आंत

सोडल्यास, तो सुमारें पंधरा मिनिटांहून अधिक वेळपावेतों जिवंत राहिला नसता. पण या नवीन वायूत उंदरानें त्याच्या तिप्पट वेळपावेतों, म्हणजे सुमारें पंचेचाळीस मिनिटें, टिकाव धरला. यावरून श्वासोच्छ्वासाच्या दृष्टीनें हा नवीन वायु श्रेष्ठ प्रतीचा असला पाहिजे, असें त्यानें ठरविलें. आपला तर्क बरोबर आहे किंवा नाहीं, हें पाहण्यासाठीं प्रीस्टले यानें तो वायु स्वतः हुंगून पाहिला, तेव्हां त्याच्या छातींत त्यास एक प्रकारचा हलकेपणा वाटूं लागला व त्याचा श्वासोच्छ्वासहि मोकळेपणानें होऊं लागला. प्रीस्टलेच्या या प्रयोगाचा आतां जीव वाचविण्याच्या कामीं उपयोग करण्यात येत असतो; आणि एखाद्या माणसास श्वासोच्छ्वाससंबंधीं रोग होऊन सर्व आशा खुंटली, म्हणजे त्याची प्राणज्योत शक्य तितकी अधिक लांबवावी यासाठीं त्यास शुद्ध प्राणवायूच्या भांड्यांत ठेवण्यांत येत असतें.

हा नवीन वायु हुंगल्यानंतर जो एक प्रकारचा हलकेपणा व आनंद प्रीस्टले याच्या अनुभवास आला, तो केवळ काल्पनिक नसून खरा असल्याचें अलीकडील शास्त्रीय शोधांवरून सिद्ध झालें आहे. कारण, एकदां कांहीं मुलांस शक्य तितक्या लवकर कांहीं ठराविक वेळां जिन्यावरून येरझारा करण्यास सांगितलें होतें; व त्यांनीं तसें करण्यापूर्वीं व नंतर त्यांस प्राणवायु हुंगण्यास दिला होता. या प्रयोगांत असें दिसून आलें कीं, प्राणवायु हुंगला असतांना त्यांस आपल्या येरझारा एरवीपेक्षां अधिक

थोडक्या वेळांत संपवितां आल्या; त्यावेळीं त्यांची नाडी देखील अधिक संथपणें वाहूं लागली; आणि व्यायामानंतर येणारा थकवा त्यांस कमी प्रमाणांत आला असल्याचें दिसून आलें. यावरून प्रीस्टले यास हा वायु हुंगल्यानंतर जो एक प्रकारचा हलकेपणा अनुभवास आला, त्याचें कारण या वायूच्या अंगीं एक प्रकारचा शक्तिदायक व उत्साहवर्धक गुण असला पाहिजे हें उघड होतें.

प्रीस्टले यानें हवेविषयीं आपले प्रयोग करून पाहण्यास सुरुवात केली, त्यापूर्वीं देखील शास्त्रज्ञांस हवेसंबंधीं आणखी एका गोष्टीची माहिती होती. ती गोष्ट ही कीं, चोहोंकडून बंद केलेल्या एखाद्या भांड्यांत मेणबत्ती जाळली तर ती प्रथम कांहीं वेळ जळते, व नंतर आंतील हवेंत कांहीं फरक होऊन ती लवकरच विझते. नंतर ही हवा अशीच कितीहि दिवस राहूं दिली तरी पुन्हा तिजमध्यें कोणत्याहि प्रकारचा पदार्थ जळूं शकत नाहीं. उंदीर किंवा दुसरा एखादा जिवंत प्राणी घेतला, तर त्याची देखील अशा कोंडलेल्या हवेंत मेणबत्तीसारखी स्थिति होते, व तो लवकर मरण पावतो. वरील शोधांत प्रीस्टले यानें आणखी एक महत्त्वाची भर टाकली. ती ही कीं, उंदराच्या श्वासोच्छ्वासानें किंवा मेणबत्तीच्या ज्वलनानें दूषित झालेली हवा घेतली, आणि तिजमध्यें झाडाची फांदी कांहीं दिवस राहूं दिली, तर वनस्पतीच्या योगानें या हवेस तिचे ज्वलनाचे गुण पुन्हा परत येतात. त्यानें एके दिवशीं मेण-

बत्ती जाळलेल्या एका भांड्यांत पुदिन्याची डहाळी टाकून ठेवली, आणि दहा दिवसांनीं तिजमध्यें मेणबत्ती जाळून पाहतो तों ती पूर्ववत् जळू लागल्याचें त्यास दिसून आलें. या शोधाचें देखील प्रीस्टले यास मोठें आश्चर्य वाटलें. नंतर निरनिराळ्या झाडांच्या डहाळ्या घेऊन त्यानें हा प्रयोग पुष्कळदां करून पाहिला. त्यावरून त्याच्या असें अनुभवास आलें कीं, वरील प्रकारें हवा शुद्ध करण्याचा गुण कोणत्याहि एका विशिष्ट झाडाच्या अंगीं नसून, तो सर्व झाडांत आढळून येतो

वरील प्रयोगांवरून प्रीस्टले यानें दोन तर्क बसविलें. पहिला तर्क असा कीं, प्राण्यांचा श्वासोच्छ्वास व निरनिराळ्या पदार्थांचे ज्वलन यांच्या योगानें आपल्या सभोंवतालची हवा दूषित होत असते, व ही दूषित झालेली हवा शुद्ध करण्याचें काम वनस्पति करीत असतात. दुसरा तर्क असा कीं, वरील दोन्ही प्रकारांनीं, म्हणजे श्वासोच्छ्वास आणि दहन यांच्यायोगानें, हवेमध्यें एकाच प्रकारचा दोष उत्पन्न होतो; आणि म्हणून श्वासोच्छ्वास आणि दहन यांमध्यें घडून येणाऱ्या रासायनिक क्रिया देखील एक-सारख्याच असल्या पाहिजेत. यावरून त्यानें अमुक एका ठिका-णची हवा शुद्ध म्हणजे श्वासोच्छ्वास करण्यास योग्य आहे किंवा नाहीं, हें ठरविण्याची सोपीशी रीत शोधून काढली. ती रीत ही कीं, ज्या ठिकाणची हवा तपासावयाची असेल, त्या ठिकाणीं एक काडी किंवा मेणबत्ती पेटवावी. जर ती नीट जळू

लागली, तर हवा शुद्ध व श्वासोच्छ्वास करण्यास योग्य आहे असें समजावें; आणि जर त्या ठिकाणीं काडी न जळाली, तर ती हवा अशुद्ध समजावी. ही रीत मोठी ओबडधोबड तर खरीच. पण आज देखील एखाद्या ठिकाणची हवा शुद्ध किंवा अशुद्ध आहे हें ठरविण्याच्या कामीं तिचा उपयोग करण्यांत येतो, आणि खाणींमध्यें दिवा नीट रीतीनें जळत नाहीं असें दिसून आल्यास त्यावरून तेथील हवेच्या अशुद्धतेविषयीं अनुमान निघतें.

प्रीस्टले यानें शोधून काढलेली रीत कसोटीस लावण्याचा एक प्रसंग इ. स. १८९७ मध्यें उपस्थित झाला. या वर्षीं इंग्लंडच्या शेजारीं असलेल्या एका बेटांत शिशाच्या खाणीमध्यें लाकडास आग लागली, आणि त्यामुळें खाणीच्या तळाशीं विषारी वायु पसरला. दुसऱ्या दिवशीं खाणींतील कांहीं कामकरी लोक काम करण्यास नेहमींप्रमाणें तळाशीं गेले. पण त्यांचें पुढें काय झालें याचा पत्ता लागेना. त्यांचा तपास करण्यासाठीं आणखी कांहीं माणसें खालीं उतरलीं. पण त्यांची देखील तीच स्थिति झाली. अशा रीतीनें सुमारें वीस माणसें बेपत्ता झालीं. या माणसांचा तपास करण्याचें काम अर्थात् मोठें संकटाचें होतें, व तें करण्यासाठीं प्रथम खाणीमध्यें किती खोलीपावेतों सुरक्षितपणें जातां येईल, हें ठरावणं जरूर होतें. हें ठरविण्यासाठीं प्रीस्टले यानें शोधून काढलेल्या रीतीचा उपयोग करण्यांत आला. शोध करावयास निघालेल्या माणसांनीं आपल्या पुढें मेणबत्ती खालीं सोडली, आणि ती जेथपावेतों जळत होती तेथपावेतों ते तिच्या

मागोमाग उतरत गेले. अशा रीतीनें या लोकांनीं खाणीच्या तळा पासून सुमारें १३० फुटांचें अंतर गाठलें, आणि त्याच्या खालच्या बाजूस मेणबत्ती जळेनाशी झाल्यामुळें अधिक खोल उतरण्याचा प्रयत्न त्यांनीं सोडून दिला.

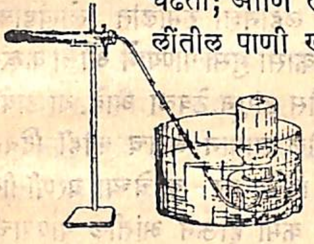
हवेंत आणखी एक पदार्थ असतो, त्यास नैत्रोजन असें म्हणतात. हवेमध्यें हा वायु इतर कोणत्याहि पदार्थाहून अधिक प्रमाणांत आढळतो. हवेचे पांच भाग घेतले तर त्यांमध्यें या वायूचे सुमारें चार भाग असतात. पण हवेंत हा वायु इतका विपुल आहे, तरी त्याच्या अंगीं कार्यक्षम असा कोणताहि गुण नसतो; आणि म्हणूनच तो प्रीस्टले याच्या तडाक्यांतून बचावला. प्रीस्टले यानें जवळजवळ या वायूचा शोध लावला देखील होता. कारण, एकदां त्यानें हवेचा कांहीं भाग एका बाटलींत कोंडून त्यांत लोखंडाचे तुकडे टाकून ठेवले. या तुकड्यांनीं हवेंतील कांहीं भाग शोषून घेतला. पण शिल्लक राहिलेला भाग अमुक एक प्रकारचा वायु असला पाहिजे, हें त्याच्या लक्षांत आलें नाहीं. तथापि त्यावरून प्रीस्टले यानें लावलेल्या शोधांचें महत्त्व कमी लेखतां कामा नये. कारण, त्यानें हवेवर निरनिराळे प्रयोग करून या विषयास चलन दिलें; आणि त्याच्या शोधामुळें हवा ही केवळ एका पदार्थाची केली आहे, हें मत तर अगदीं साफ मावळलें. म्हणून हवेच्या घटनेविषयीं लिहिण्याचा जेथें म्हणून प्रसंग येतो, तेथें प्रीस्टले याच्या नांवाचा मोठा आदरपूर्वक उल्लेख केला जात असल्यास आश्चर्य वाटावयास नको.

वरील गोष्टींशिवाय प्रीस्टले यानें आणखी एक महत्त्वाची

कामगिरी बजावली. ती कामगिरी ही कीं, निरनिराळे वायु गोळा कसे करावे, व ते एका भांड्यांतून दुसऱ्या भांड्यांत कसे ओतावेत, याची रीत त्यानें शोधून काढली. एका बाटलींत भरलेली हवा दुसऱ्या बाटलींत ओतण्यास सांगितलें, तर तें तुम्हांस जड जाईल. कारण, हवा ही एक अदृश्य पदार्थ आहे; व तिचे कण भराभर सर्व दूर पसरत असल्यामुळें दगड किंवा पाणी या पदार्थांप्रमाणें ती आपणांस हातांत धरितां येत नाहीं, आणि एका भांडयांतून नेमकी दुसऱ्या भांडयांत ओततां देखील येत नाहीं. अर्थात् वायु गोळा करण्याची, ते कोंडून धरण्याची व त्यांस एका भांडयांतून दुसऱ्या भांडयांत ओतण्याची एखादी रीत शोधून काढीपर्यंत वायुविषयक ज्ञानांत कोणतीहि प्रगति होणें शक्य नव्हतें. प्रीस्टले यानें वायु गोळा करण्याची जी पद्धत शोधून काढली, तिचा अद्याप देखील प्रयोगशाळेंत उपयोग केला जातो. ती पद्धत खालीलप्रमाणें.

मागें प्राणरक्षक वायूचा उल्लेख केला, तो मर्क्युरिक ऑक्साइड नांवाच्या पदार्थांत पाऱ्याबरोबर मिसळला असतो. हा पदार्थ तापवला, म्हणजे प्राणरक्षक वायु वगळा सुटून त्यांतून उडून जावयास लागतो. हा वायु आपणांस गोळा करावयाचा आहे. यासाठीं मर्क्युरिक ऑक्साइड हा पदार्थ समोरच्या चित्रांत (आकृति ५) डावीकडे दाखविलेल्या नळीमध्यें ठेवून तापविला. या नळीस दुसरी एक लांबट नळी जोडलेली असून तिचें तोंड पाण्यानें भरलेल्या भांडयाखालीं बुडविलें असतें, व त्याच्या वरच्या बाजूस पाण्यानें भरलेली दुसरी एक बाटली उपडी करून ठेविली असते. लांबट

नळींतून जो वायु निघूं लागतो, तो पाण्याहून हलका असल्या:-मुळें नळीच्या टोकाशीं आल्यावर उपडचा केलेल्या बाटलींत वर चढतो; आणि तो वर चढूं लागतो तसतसें बाटलींतील पाणी खालीं लोटलें जातें. अशा रीतीनें जितका वायु पाहिजे असेल तितका मिळाल्यावर, मेणानें माखलेली काचेची एखादी तबकडी बाटलीच्या तोंडास चिकटवून बाटली बाहेर काढतात. हा वायु या बाटलींतून दुसऱ्या एखाद्या बाटलींत ओतावयाचा असल्यास, वायूनें भरलेली बाटली तिच्या काचेच्या तबकडीसह पाण्याखालीं ठेवावी. नंतर जिच्यांत वायु भरावयाचा असेल ती बाटली पाण्यानें भरून या पहिल्या बाटलीवर तोंडास तोंड मिळवून उपडी करावी; आणि दोहोंमधील काचेची तबकडी काढून घ्यावी. वायु हलका असल्यामुळें तो या वरच्या बाटलींत शिरेल आणि तो तिच्यांतील पाण्यास खालीं ढकलून देईल.

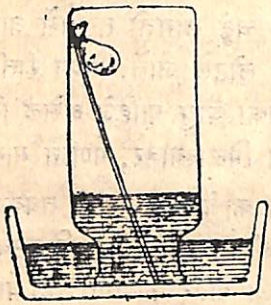


आकृति ५. पाण्यानें भरलेल्या बाटलींत वायु गोळा होत आहे.

हवेच्या घटनेचा शोध कसा लागत गेला, हें आपण पाहिलें. हवेंतील घटक पदार्थ तपासण्यासाठीं आतां आपणांस इतक्या खटाटोपांत पडण्याचें कारण नाहीं. कांहीं सोप्याशा शास्त्रीय प्रयोगांच्या योगानें घरच्या घरीं देखील ते आपणांस वेगवेगळे करितां येतात, व त्यांचे गुणधर्म तपासतां येतात.

पृष्ठ ५० वरील चित्रांत मीं एक काचेची बरणी घेऊन, ती पाण्यानें भरलेल्या भांड्यावर उपडी करून ठेविली आहे. असें करण्यांत

हवेंतील कांहीं भाग एका ठिकाणीं कोंडून ठेवावा, एवढाच माझा उद्देश आहे. बरणीच्या आंतल्या बाजूस लहानशा रुमालांत लोखंडाचा थोडकासा भुसा पाण्यानें ओला करून काठीस टांगून ठेवला आहे. या प्रयोगांतील सामान असेंच कांहीं दिवस राहूं दिलें, तर काचेच्या बरणींतील हवा कमी होऊन आंतील पाण्याची उंची वाढते. पाण्याची उंची भांड्याच्या उंचीच्या सुमारें $\frac{1}{5}$ पर्यंत वाढ-



आकृति ६. लोखंड गंजत असतांना हवेंतील कांहीं भाग शोषते.

ल्यानंतर वाढ बंद पडते, व नंतर कितीहि दिवस हें सामान असें राहूं दिलें, तरी आंतील पाणी वर चढत नाहीं. पाण्याची उंची वाढण्याचें कारण हें कीं, कोंडलेल्या हवेंतील प्राणवायूचा अंश लोखंडानें शोषून घेतला. यानंतर ही वाढ बंद पडली. कारण, बरणींत असलेल्या प्राणवायूचा सर्व साठा संपुष्टांत आला. रुमालाची गाठ सोडून जर आंतील लोखंड तपासलें, तर त्याचा पूर्वीचा चकाकितपणा नाहींसा होऊन त्याची प्रभा मंद झालेली दिसेल. अर्थात् लोखंडास गंज चढला ही गोष्ट उघड आहे. हवेंतील प्राणवायूचा लोखंडाशीं संयोग होऊन जो पदार्थ बनतो, त्यासच आपण लौकिकरीत्या गंज ही संज्ञा देत असतों. पण हा गंज लोखंड किंवा प्राणवायु यांहून अगदीं भिन्न असा एक पदार्थ असतो. त्यामध्यें या दोहोंचे गुणधर्म मुळींच दिसून येत नाहींत. या दोहोंच्या संयोगापासून हा तिसराच एक

पदार्थ तयार होत असतो; व रासायनिक क्रियेवाचून आपणांस त्यांतील घटक पदार्थ वेगळे काढतां येत नाहीं. पण एखाद्या नळींत हा पदार्थ ठेवून तो तापविला म्हणजे त्याचे पुन्हा लोखंड व प्राणवायु असे दोन भाग करितां येतात. वरील प्रयोग मोठ्या प्रमाणावर करितां आला तर पूर्वींच्या लोखंडापेक्षां गंज चढलेल्या लोखंडाचें वजन अधिक भरतें; व त्यावरून देखील लोखंडांत कोणता तरी एक नवीन पदार्थ येऊन मिसळला हें सिद्ध होतें.

वरील प्रयोगांत लोखंडाच्या भुशास हवेंतील प्राणवायु शोषून घेण्यास बरेच दिवस लागतात. याहून जलद प्राणवायु शोषून घ्यावयाचा असल्यास, थोडीशी हवा कोंडून तिजमध्यें एखादा पदार्थ जाळावा. वर सांगितलेल्या प्रयोगांत बरणीच्या बुडाशीं मेणबत्ती ठेवून पेटविली तर कांहीं वेळ जळून ती विझते, आणि भांड्यांतील पाणी त्याच्या आकाराच्या सुमारें $\frac{१}{५}$ इतकें वर चढतें. मागील प्रयोगाप्रमाणें या प्रयोगांतहि पाण्याची उंची $\frac{१}{५}$ इतकीच चढते, यावरून या प्रयोगांतहि आंतील प्राणवायु शोषला गेला असावा, असा तुम्ही तर्क कराल हें तर उघड आहे. पण याही पुढें जाऊन मी तुम्हांस असें सांगतों की लोखंड गंजणें आणि मेणबत्ती जळण या दोन्ही क्रिया एकाच प्रकारच्या आहेत. पूर्वींच्या क्रियेंत म्हणजे लोखंड गंजत असतांना लोखंडाचा प्राणवायूशीं संयोग झाल . ण ही क्रिया हळूहळू व सावकाश होत असल्यामुळें, ती चालू असतांना उत्पन्न झालेली उष्णता तुम्हांस भासली नाहीं,

हाच काय तो फरक. उलट, मेणबत्ती जाळतेवेळीं तुम्हीं ती प्रथम पेटविली, व या उष्णतेच्या योगानें प्राणवायूशीं संयोग पावण्याची क्रिया झपाट्यानें होऊं लागली; आणि यामुळें बरीच उष्णता थोडक्या वेळांत उत्पन्न होऊन ती एका ठिकाणीं साचल्यामुळें, मेणबत्तीचें टोक उष्ण झालें, आणि ता प्रकशामान् होऊन तिचे किरण चोहोंकडे फाकले. मला पुण्याहून सिंहगडास जावयाचें असल्यास मी माझा प्रवास घोड्याच्या टांग्यांतून करीन, किंवा विशेष घाई नसल्यास बैलाच्या खटाऱ्यांतून देखील करीन. घोड्याच्या टांग्यांतून गेलों असतां मी माझ्या मुक्कामावर लवकर पोहोंचतों, आणि घोड्यानें हे सर्व श्रम थोडक्या वेळांत केल्यामुळें त्यास दम लागून त्याचा थकवा माझ्या स्पष्टपणें नजरेस येतो; पण बैलाचा थकवा मात्र ध्यानांत येत नाहीं. तथापि मला पुण्याहून सिंहगडास ओढून नेण्यांत घोड्यास व बैलास सारखेच श्रम पडतात, एवढें खास. त्याचप्रमाणें लोखंडाची तार प्राणवायूंत जाळली काय, किंवा ती त्याजमध्यें सावकाश गंजू दिली काय, दोन्ही क्रियेंत सारखीच उष्णता उत्पन्न होते. मात्र एका क्रियेंत ती भासमान होते व दुसऱ्या क्रियेंत हात नाहीं, हाच काय तो फरक.

लोखंड गंजत असतांना किंवा मेणबत्ती जळत असतांना त्या त्या पदार्थांतील कण हवेंतील प्राणवायूशीं संयोग पावतात; व हें चाललें असतांना उष्णता देखील उत्पन्न होत असते. लोखंड गंजत असतांना ही क्रिया फार सावकाश व मंदपणें चाललेली असते. म्हणून तिला मंदज्वलन—हळूहळू जळणें—असें म्हणतात.

मेणबत्ती जळत असतांना ही क्रिया झपाट्यानें होत असल्यामुळें तिला शीघ्रज्वलन—म्हणजे झपाट्यानें जळण्याची क्रिया—असें म्हणतात.

वरीलप्रमाणें कित्येक वस्तु हळूहळू व सावकाश जळत असतात ही गोष्ट लक्षांत घेतली, तर निसर्गांत दिसणारीं कित्येक गूढ व आश्चर्यकारक कोडीं आपणांस उकलतां येतात. गवताच्या गंजीस आग लागलेली आपल्या कित्येक वेळां ऐकण्यांत येते, आणि ती माणसाच्या हलगर्जीपणामुळेंच लागते, अशी आपली समजूत असते. पण माणसाचा कांहीं एक दोष नसतांना गंजीस आग लागूं शकते, असें शास्त्रज्ञांनीं शोधून काढिलें आहे.* कधीं-कधीं गंजीच्या आंतल्या बाजूस स्वाभाविक कारणामुळेंच इतकी उष्णता उत्पन्न होते कीं, ती अखेरीस पेट घेते. गवत नीट रीतीनें वाळूं न देतां तें ओलें असतांना जर गंजींत साठविलें असेल, तर आग लागण्याचा संभव अधिक असतो. लोखंड ओलें असतांना त्यास गंज लवकर चढतो हें तुम्हांस ठाऊक असेलच. पण लोखंड गंजतें म्हणजे लोखंडाच्या कणांचा हवेंतील प्राणरक्षक वायूशीं संयोग होतो; आणि असा संयोग झाला कीं तेथें उष्णता उत्पन्न होते. त्याचप्रमाणें गवत देखील ओलसर असतांना प्राणरक्षक वायूशीं लवकर संयोग पावते, आणि खुद्द पाण्यांत प्राणवायु असल्यामुळें, त्याच्याशीं गवतांतील घटक पदार्थांचा संयोग होतो. असा संयोग झाला कीं उष्णता उत्पन्न झालीच पाहिजे.

कांहीं पदार्थ असे असतात कीं ते आपल्यांतून उष्णता

* जेम्स फिलिप—एचीव्हमेंट्स ऑफ केमिकल सायेन्स.

निघून जाऊं देतात. उदाहरणार्थ, लोखंडाची पळी. तिचें एक टोंक चुलींत घातलें कीं, विरुद्ध बाजू देखील लवकरच उष्ण होते. पण तेंच लाकूड चुलींत कितीहि वेळ ठेविलें तरी त्याचें दुसरीकडील टोंक उष्ण होत नाहीं. गवत हा या दुसऱ्या कोटींतलाच पदार्थ आहे. त्याच्या अंगीं उष्णता कोंडून धरण्याची शक्ति असते. यामुळें गवताच्या आंतल्या बाजूस जी उष्णता उत्पन्न होते, ती आंतल्या आंत तुंबून राहते; आणि थोडक्याच वेळांत ती इतकी वाढते कीं, गवताच्या गंजीस आंतल्या बाजूस आग लागते. कधींकधीं गवताच्या पेंढ्या काढीत असतांना आंतील पेंढ्या उष्णतेमुळें काळवंडलेल्या सापडतात; आणि त्यांजवरील दडपण दूर झालें, आणि त्यांस हवा मिळाली कीं, त्या एकदम पेट घेतात. मंदज्वलनाच्या योगानें कायकाय चमत्कार होऊं शकतात हें आपण आपल्या शेतकरी बंधूंस समजावून दिलें, तर त्यांचा बराच फायदा केल्याचें श्रेय मिळण्यासारखें आहे.

जळण्याची क्रिया प्राणवायूच्या योगानें सिद्ध होत असते. याच प्राणवायूचा आपणांस श्वासोच्छ्वासाच्या कामीं उपयोग होत असतो. पृष्ठ ५० वर सांगितलेल्या प्रयागांत उपडया केलेल्या बरणीखालीं एखादा उंदीर ठेविला असता, तरी भांड्यांतील पाणी वर चढलें असतें. कारण, थोडक्याच वेळांत उंदरानें प्राणवायूचे सर्व कण शोषून घेऊन त्याऐवजीं धुरकट वायु उत्पन्न केला असता. हा वायु पाण्यांत विरघळल्यामुळें आंतील पाण्याची उंची वाढली असती; आणि बरणींत प्राणवायूचे कण न राहिल्यामुळें उंदीर मरण पावला असता.

निजावयाच्या वेळीं आपल्या खोल्यांचीं दारें बंद करून निजणें, किंवा दारें उघडीं ठेवून आपलें तोंड पांघरुणाखालीं खुपसणें, हें किती मूर्खपणाचें आहे हें तुमच्या लक्षांत आलें असेल. कारण, तसें केल्यास, प्राणवायूचे सर्व कण शोषून घेऊन, एका विषारी वायूचें आवरण तुम्ही आपल्या भोंवतीं पसरवून घेत असतां; व हा विषारी वायु तुमच्या श्वासोच्छ्वासांत आल्यामुळें तुम्ही आजारी पडतां.

कदाचित् तुम्ही असें विचाराल कीं, प्राणरक्षक वायु हा जर आपणांस इतक्या उपयोगाचा आहे, तर ईश्वरानें हवा बनवितांना तिजमध्यें प्राणवायूचेच कण कां ठेविले नाहींत? याचें कारण हें आहे कीं, हवा प्राणवायूचीच केलेली असती, तर जगांत फार हाहाःकार माजला असता. प्राणवायूनें भरलेल्या भांड्यांत जर मेणबत्ती बुडविली, तर ती इतक्या तीव्रतेनें जळावयास लागते कीं, तिचा उजेड देखील आपणांस असह्य होतो. एखादा पोलादाचा तार घेऊन त्यावर फॉस्फरस नांवाचा पेट घेणारा पदार्थ ठेविला, आणि फॉस्फरस शिलगवून त्या तारास प्राणवायूच्या भांडयांत बुडविलें, तर पोलाद फार वेगानें जळूं लागतें, त्याच्या ठिणग्या पडूं लागतात, आणि त्याचा प्रकाश इतका असह्य होतो कीं आपले डोळे दिपून त्याकडे पाहवेनासें होतें. आपली हवा जर प्राणवायूची केली असती, तर लहानशी ज्योत पेटविल्याबरोबर तिचा मोठा वणवा होऊन तो आपणांस केव्हांहि विझवतां आला नसता; आणि आपल्या शरीरांत अतोनात उष्णता उत्पन्न होऊन त्याचा असा दाह झाला असता

कीं, आपण निखाऱ्यानें भाजून काढले जात आहोंत कीं काय, असें आपणांस वाटावयास लागलें असतें.

या सर्व भयंकर प्रकारांतून आपणांस वांचविण्यासाठींच प्राणवायूमध्यें नैत्रोजनवायु मिसळून देण्याची ईश्वरानें व्यवस्था केली असावी. अशा भिन्न स्वभावाच्या मित्रांची गट्टी कधींहि पाहण्यांत आली नसेल. कारण, प्राणवायु हा जितका चंचल व चपळ, तितकाच नैत्रोजन हा सुस्त व धिम्म्या स्वभावाचा आहे. प्राणवायूमध्यें उद्योगाची आवड जितकी अधिक, तितकीच नैत्रोजनमध्यें आळसाची इच्छा अधिक प्रमाणांत. प्राणवायु हा प्राणाचें रक्षण करितो, तर नैत्रोजन हा त्याच्या नाशास कारणीभूत होतो; आणि प्राणवायु हा सर्व वस्तूंचा दाह करतो, तर त्यास दहन करितां येऊं नये, म्हणून त्याच्या वाटेंत येऊन त्यास आडविण्याची नैत्रोजनची शक्य ती खटपट चाललेली असते.

हवेंतील तिसरा महत्त्वाचा घटक म्हणजे कर्बिकाम्ल अथवा धुरकट वायु हा होय. माणूस व इतर सजीव प्राणी यांच्या श्वासोच्छ्वासांतून हा वायु दर क्षणास एकसारखा बाहेर पडत असतो. तथापि प्राणवायु किंवा नैत्रोजन वायु यांच्या मानानें या वायूचें हवेंतील प्रमाण फारच थोडें असतें. हवेचे शंभर भाग घेतले, तर त्यांमध्यें एक हिस्सा देखील या वायूचें प्रमाण सापडेल किंवा नाहीं, याची वानवाच आहे हा वायु खडू, चुनखडी, संगमरवरी दगड आणि मॅंगनीज, यांमध्यें इतर पदार्थांबरोबर मिसळला असतो; आणि या पदार्थांस तापवून, किंवा त्यांवर आम्ल पदार्थांची क्रिया घड-

वून आणून, तो आपणांस त्यांतून काढून घेतां येतो. खाणी, गुहा आणि खोल विहिरी, इत्यादि ठिकाणीं हा कधींकधीं बऱ्याच प्रमाणांत साचलेला आढळतो. तो पाण्यांत सहज विरघळतो आणि त्यापासून पाण्यास चव उत्पन्न होते. तो पाण्यांत विरघळतो, हें आपण यापूर्वीच पाहिलें आहे. कारण उपडया केलेल्या बरणीखालीं मेणबत्ती जाळतांना जरी तुम्हीं प्राणवायु शोषून घेतला, तरी त्या ठिकाणीं मेणबत्ती जळल्यामुळें हा धुरकट वायु तयार झाला होता; व तो पाण्यांत न विरघळता तर बरणींतील पाणी १/५ इतकें वर चढलें देखील नसतें. प्रत्यक्ष प्रयोगावरून असें दिसून येतें कीं पाणी आपल्या स्वतःच्या आकाराइतकाच या वायूचा आकार शोषून घेऊं शकतें. म्हणजे एक तांब्याभर पाणी घेतल्यास, त्यांत पूर्वीं धुरकट वायु मुळींच विरघळलेला नसेल तर, एक तांब्याच्या आकाराइतका धुरकट वायु त्यास शोषून घेतां येईल.

धुरकट वायु हा इतर सर्व वायूंपेक्षां जड आहे. हवेच्या तर तो दीडपटीनें जड असतो. एखाद्या मोठ्या भांडयांत हवा घेतली, व तिचें वजन करून तें सहा तोळे भरलें, तर त्याच भांडयांत या वायूचें सुमारें नऊ तोळे वजन मावेल. हा वायु इतका जड असल्यामुळें, तो जेथें असेल त्या ठिकाणीं तो खालच्या बाजूस पसरतो, आणि त्याच्या विषारीपणामुळें कित्येक माणसें मरण पावतात. बरेच दिवस झाकून ठेवलेल्या खोल विहिरींत उतरून माणसें कधींकधीं मरण पावतात. म्हणून अशा ठिकाणीं उतरण्यापूर्वीं जळती मेणबत्ती दोरीस टांगून आंत सोडावी, आणि

पाणी लागण्यापूर्वीं मेणबती विझल्यास विषारी हवा निघून जाई-पावेतों आंत उतरण्याचें धाडस करूं नये. जेथें चुन्याचें काम चाललेलें असतें अशा ठिकाणीं कधींकधीं हा वायु साचतो, आणि मग अशा ठिकाणीं माणसें विश्रांति घेण्यासाठीं निजतात ती त्यास कायमचीच झोप लागते.

जाव्हा बेटांत विषारी दरी नांवाची एक जागा आहे. तिचा घेर सुमारें अर्धा मैल असून, खोली तीसपसतीस फूट आहे. या दरींतून धुरकट वायु निघून तो तिच्या तळाशीं साचत असल्या-मुळें, तिनें आजपावेतों कित्येक पशुपक्ष्यांचे व माणसांचे प्राण घेतले आहेत. या दरीसंबंधीं प्रवाशांनीं खालीलप्रमाणें हकीकत नमूद केली आहे.

" आम्हीं आपले चिरूट पेटविले, आणि दरीच्या तळापासून सुमारें अठरा फुटांपर्यंत खालीं उतरलों. नंतर आम्हा अठरा फूट लांबीचा एक बांबू घेऊन व त्यास एक कुत्रें बांधून तें खालीं सोडल. आमच्याजवळ घड्याळें होतीं, त्यांवरून तें कुत्रें सुमारें चवदा सेकंदांत उताणें पडल्याचें आम्हांस समजलें, आणि त्याच्या हातापायांची हालचाल तर अजिबात बंद पडली. मात्र त्याचा श्वासोच्छ्वास अठरा मिनिटेंपर्यंत चालला होता. इतक्यांत आमच्याजवळ दुसरा एक कुत्रा होता, तो मोकळा सुटून त्याचा सोबती होता तेथें गेला. तो तेथ स्तब्ध उभा राहून दहा मिनि-टांत तोंडघशीं पडला. यानंतर त्यानें एक देखील अवयव हाल-विला नाहीं. त्याचा श्वास मात्र सात मिनिटें चालला होता. नंतर आम्हीं एका पाखरास सोडून पाहिलें, तों तें दीड मिनिटांतच

मरण पावलें. आणखी दुसऱ्या एका पाखरास सोडिलें, तों तें तळाशीं पोंचेंपर्यंत देखील जिवंत राहिलें नाहीं. हे प्रयोग चालले असतांना पावसाची सर आली. पण आम्ही आमच्या कामांत गर्क असल्यामुळें आम्हांस भिजण्याची विशेषशी पर्वा नव्हती. आमच्या समोरच्या बाजूस माणसाचा एक सांगाडा पडलेला आम्हांस दिसला. हवेमुळें त्याचीं हाडें हस्तिदंतासारखीं पाढरीं झालीं होतीं. हा सांगाडा हस्तगत करण्याचें माझ्या मनांत फार होतें. पण असा प्रयत्न करणें मूर्खपणाचें झालें असतें. म्हणून मीं तो विचार सोडून दिला."

इटली देशांत देखील एका ज्वालामुखी पर्वताच्या तोंडाच्या आंतल्या बाजूस अशीच दरी आहे. तिजमधून या विषारी वायूचा उच्छ्वास एकसारखा बाहेर पडत असतो. पण तो जड असल्यामुळें जमिनीसरसा पसरलेला असून त्याचा थर जमिनीपासून अठरा इंचांच्या उंचीपर्यंत असतो. यामुळें तेथील लोक नवख्या माणसास एक मौजेचा प्रकार दाखवितात. ते आपल्याबरोबर एक कुत्रा नेतात व त्यास जमिनीवर सोडतात. तेथेंच त्यास कांहीं वेळ राहूं दिलें तर तो मरण पावतो. पण माणसाचें डोकें उंच असल्यामुळें त्यास मात्र इजा पोंचत नाहीं.

धुरकट वायु हवेपेक्षां जड असल्यामुळें, तो उत्पन्न होतो अशा ठिकाणीं तळाशींच तो साचून राहता, तर विषारी वायूचे कित्येक मोठमोठे टापू पृथ्वीच्या पाठीवर निर्माण झाले असते. असें होत नाहीं, याचें कारण वायूंमध्यें दुसरी एक प्रवृत्ति असते. ती म्हणजे एकमेकांत मिसळून जाण्याविषयींची. दुधाच्या भांड्यांत पाणी

ओतलें, तर दूध व पाणी हे एकमेकांत मिसळून जातात; व नंतर हें दूध व हें पाणी असे दोन पदार्थ त्यांतून वेचून काढणें अशक्य होतें. तसेंच कोणतेहि दोन वायु नुसते शेजारीं ठेविल्यास ते एकमेकांत मिसळतात, व नंतर दोनहि ठिकाणीं प्रत्येक वायूचें प्रमाण जवळ-जवळ समसमान होतें.

हवेमध्यें धुरकट वायूचें प्रमाण किती थोडें असतें, हें मागें सांगितलें. पण आपल्या सभोंवतालचा जीवनक्रम पाहिला तर धुरकट वायूचें प्रमाण अधिक वाढवून हवा दूषित करण्याचे आपले एकसारखे हेतुपुरःसर प्रयत्न चालले आहेत कीं काय, असें वाटूं लागतें. दर श्वासोच्छ्वासाबरोबर आपण सुमारें सव्वा घन इंच धुरकट वायूची हवेंत भर टाकीत असतों. माणसाचा श्वासोच्छ्वास दर मिनिटास सोळा वेळां होत असतो; आणि पृथ्वीवरील एकंदर लोकसंख्या केवढी आहे, ही गोष्ट लक्षांत घेतली तर दर मिनिटास पृथ्वीवर धुरकट वायूचें किती प्रमाण साचत असेल, याची कल्पना होण्यासारखी आहे. पण ही एकट्या मानवजातीचीच गोष्ट झाली. पृथ्वीच्या पाठीवर असलेले कृमिकीटक, जलचर आणि स्थलचर प्राणी व आकाशांत संचार करणारे पक्षी, हे देखील आपल्या श्वासोच्छ्वासामुळें या क्रियेंत मदत करीत असतात; आणि मरणोत्तर स्थितींत देखील त्यांचीं शरीरें कुजावयास लागलीं, म्हणजे त्यांतील कर्ब हवेशीं संयोग पावून त्यांपासून धुरकट वायु तयार होत असतो. आपल्या दिवाणखान्यांतील दिवे, स्वयंपाकघरांतील चुली, आणि मोठमोठ्या शहरांतील गिरण्या, किंवा

थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे ज्या ज्या ठिकाणीं म्हणून अग्नि पेटलेला असतो अशीं सर्व ठिकाणें—तेथें देखील हाच वायु तयार होत असतो. वरील क्रियेंत आणखी भर टाकण्याकरितांच कीं काय, पृथ्वी ही आपल्या पोटांत साचलेले धुरकट वायूचे उच्छ्वास निरानिराळ्या ठिकाणांतून बाहेर टाकीत असते, हें जाव्हा बेटांतील विषारी दरीसंबंधीं मीं जी हकीकत सांगितली, तिजवरून तुमच्या लक्षांत आलें असेल.

वर सांगितलेल्या निरनिराळ्या कारणांमुळें पृथ्वीवर विषारी वायूचा एवढा मोठा थर साचला असता कीं, त्यावर एखादा उतारा ठेवला नसता, तर माणसास पृथ्वीच्या पाठीवर जीव धरून राहणें देखील अशक्य झालें असतें. पण सृष्टीची रचना अशा खुबीनें केलेली आहे कीं, एकाचें विष तेंच दुसऱ्यास अन्न म्हणून उपयोगी पडतें. आपण विषारी म्हणून टाकून दिलेला धुरकट वायु, तोच झाडांस त्यांच्या संवर्धनासाठीं उपयोगी पडतो, आणि त्यांतून कर्बाचा तेवढा भाग शोषून घेऊन बाकीचा शिल्लक राहिलेला प्राणवायूचा भाग तीं माणसाच्या उपयोगासाठीं पाठवून देतात.* अशा रीतीनें विषारी वायूचे लोटचे लोट दर क्षणास तयार होत असतांना देखील त्याचें प्रमाण आटोक्यांत राहते.

---

* वनस्पतींची धुरकट वायु शोषून घेण्याची क्रिया फक्त दिवसा म्हणजे सूर्यप्रकाशाच्या वेळींच जास्त प्रमाणांत चालू असते. इतर वेळीं म्हणजे रात्रीं त्या मनुष्याप्रमाणेंच प्राणवायु शोषून घेऊन धुरकट वायु बाहेर टाकीत असतात. याकरितांच रात्रीच्या वेळीं झाडाजवळ बसणें दिवसाच्या वेळेइतकें श्रेयस्कर नसतें. दिवसा देखील वनस्पति धुरकट वायु बाहेर टाकीत असतात, पण त्याचें प्रमाण फार अल्प असतें.



प्रकरण पांचवें.

हवा आणि प्रकाश.

हवा पारदर्शक आहे.

हवा ही एक पारदर्शक वस्तु आहे. म्हणजे एखाद्या पदर्थापासून निघालेले प्रकाशाचे किरण तिजमधून दुसरीकडे जाऊं शकतात. आपल्या रोजच्या अनुभवांतील सर्व पदार्थ कांहीं असे पारदर्शक नसतात एखाद्या लाकडाच्या किंवा विटकरीच्या तुकड्यावर प्रकाशाचे किरण पडले, तर ते त्यास भेदून न जातां, त्यांपैकीं कांहींचा त्या पदार्थांत लोप होतो, व बाकीचे उलट बाजूस फेकले जातात. हवा ही मात्र पारदर्शक वस्तु आहे; व ती तशी नसती, तर आपणांस दूरदूरचे किंवा जवळचे देखील पदार्थ दिसले नसते. हवा ही पूर्णपणें पारदर्शक आहे, हा याचा अर्थ नव्हे. नाहीं तर, दूर अंतरावर असणाऱ्या पर्वतांच्या राजी आपणांस इतक्या अंधुक व अस्पष्ट दिसण्याचें कारण नव्हतें. तथापि, हवेचा पारदर्शकपणा इतक्या प्रमाणांत असतो कीं, भूपृष्ठावर साधारण अंतरावर असलेले बहुतेक पदार्थ

आपणांस अगदीं स्पष्टपणें दिसूं शकतात. हवेस हिरवा, पिवळा, किंवा दुसरा कोणताहि रंग असता, तर रंगीत काचेंतून पाहिलें असतां जसे सर्व पदार्थ त्या काचेच्याच रंगाचे दिसतात, त्याप्रमाणें पृथ्वीवरील सर्व पदार्थांस हवेचा रंग दिला आहे कीं काय असा भास झाला असता. किंवा, हवेचे कण, ते आहेत त्याहून अधिक मोठे व अपारदर्शक असते, व ते आपल्या डोळ्यास दिसूं शकते, तर आपणांस दुसरा कोणताहि पदार्थ स्पष्टपणें न दिसता. परंतु ईश्वरानें हवेस अदृश्य ठेवून, पृथ्वीवर आणि आकाशांत त्याचे जे अनेक चमत्कृतिजनक व्यापार चालतात, ते आपणांस पाहतां यावेत अशी व्यवस्था केली आहे.

हवा ही प्रकाशाचें कारण आहे.

दिवसाच्या वेळेस आपणांस चोहों बाजूंस उजेड पसरलेला दिसतो, व त्यामुळें आपण कोणीकडेहि दृष्टि वळविली तरी निरनिराळे मनोवेधक व नयनाल्हादकारक देखावे नजरेस येतात. हें सर्व त्या हवेच्या प्रसादाचेंच फळ होय. कारण, प्रकाश हा स्वतः अदृश्य आहे. तो आपणांस दिसतो, तो देखील त्याचे किरण इतर पदार्थांवर आदळल्यामुळेंच. हें ऐकून कदाचित् तुम्हांस आश्चर्य वाटेल; पण दिव्याखालीं अंधार असावयाचाच. याचें प्रत्यंतर पहावयाचें असल्यास, काचेचें स्वच्छ भांडें घेऊन त्यावर काचेचें झाकण ठेवावें; व सूर्याचे किरण एखाद्या झरोक्यांतून घेऊन, ते झाकणावर पडून भांड्यांतून आरपार निघून जातील, अशी व्यवस्था करावी. केवळ सूर्याच्या किरणांनीं भांड्याच्या

आंतील भाग प्रकाशित होत नाहीं, असें तुम्हांस आढळून येईल. पण तेंच तुम्हीं आंत थोडीशी माती भुरभुरली, किंवा कागद जाळून धूर केला, तर भांडयांतील जागा प्रकाशमान् झाल्याचें तुम्हांस दिसेल. भांडयांत धूळ टाकल्याबरोबर तिजमधील लहान लहान परमाणु भांडयांत तरंगावयास लागले, व त्यांवर आदळलेले सूर्याचे किरण चोहों बाजूंस पसरून तुमच्या डोळ्यांत शिरले. त्यामुळें आंतील भाग प्रकाशमान् दिसूं लागला.

सूर्याचे किरण निरनिराळ्या वस्तूंवर आदळतात. त्यांपैकीं कांहीं किरणांचा त्या वस्तूंमध्येंच लोप होतो, व इतर निरनिराळ्या बाजूंस फेकले जातात. प्रकाशाचे किरण शोषून घेण्याची ही शक्ति निरनिराळ्या पदार्थांत निरनिराळ्या प्रमाणांत असते. प्रकाशाचे बरेचसे किरण शोषून घेण्याची ज्या पदार्थांच्या अंगीं शक्ति असते, ते आपणांस काळे दिसतात; व फारच कमी किरण शोषून घेऊन बहुतेकांस उलट फेंकून देण्याची ज्यांच्या अंगीं शक्ति असते, ते आपणांस पांढरे व चकाकित दिसतात. एखाद्या वस्तूवर किरण पडले, म्हणजे तिनें त्यांतील कांहीं भाग शोषून घेतल्यानंतर बाकी राहिलेले किरण दूरवर फेकले जातात, म्हणून सांगितलें. आरशावर सूर्याचे किरण पडले, म्हणजे त्याचा कवडसा दुसऱ्या बाजूस फेकला जातो, त्यांतलाच हा प्रकार असतो. फरक इतकाच कीं, आरसा अगदीं गुळगुळीत व सपाट असतो, व त्याच्या मागच्या बाजूस पारा लावलेला असतो. यामुळें त्यावर पडलेले बहुतेक किरण उलट फेकले जाऊन, त्यांचा कवडसा रेखीव असल्याप्रमाणें आपणांस दिसतो. इतर सामान्य वस्तूंची स्थिति अशी नसते. त्या ओब-

डधोबड असतात व त्यांचा पृष्ठभाग खडबडीत असतो. त्यामुळें त्यांपासून जे किरण परावृत्त होतात, ते अगदीं अव्यवस्थितपणें म्हणजे वाटेल त्या दिशेनें निघून जातात. म्हणून त्यांचा रेखीव कवडसा पडत नसतो.

अशा रीतीनें पृथ्वीवर, हवेंतील कणांवर, किंवा आकाशांतील ढगांवर सूर्याचे किरण पडून जो प्रकाश सर्व बाजूंस पसरतो, त्यास विखुरलेला प्रकाश असें नांव आहे. या विखुरलेल्या प्रकाशाचा आपणांस फार उपयोग होतो. आपल्या खोलींत ठेवलेले टेबल, खुर्ची, इत्यादि पदार्थ आपणांस दिसतात, ते देखील या विखुरलेल्या प्रकाशामुळेंच. कारण कोणतीहि वस्तु कितीहि गुळगुळीत घेतली, तरी शास्त्रीय दृष्टचा पाहूं लागलों, तर तिच्यांत थोडाबहुत खडबडीतपणा व उंचनीचपणा असावयाचाच. अशा एखाद्या पदार्थावर सूर्याचे किरण आपटून ते निरनिराळ्या दिशांस फाकतात, व ते आपल्या डोळ्यांत शिरले, म्हणजे तो पदार्थ आपणांस दिसावयास लागतो. पण एखाद्या पदार्थावर सूर्याचेच किरण पडून, व त्यांचें परावर्तन होऊन, तो आपणांस दिसूं लागतो असें नाहीं. तसें असतें, तर सूर्याच्या उन्हांत असलेल्या वस्तूंशिवाय इतर कोणत्याहि वस्तु आपणांस पाहतां आल्या नसत्या. स्वतः सूर्याचे किरण मिळविलेल्या वस्तु कांहीं किरण स्वतः शोषून घेऊन राहिलेले किरण इतर वस्तूंस देतात; व या वस्तु आपणां स्वतःजवळ कांहीं किरण ठेवून घेऊन, आपलें लोण आणखी एखाद्या तिऱ्हाइतास पोंचवितात. ही क्रिया इतकी अव्याहत चालते कीं, प्रकाशाच्या कांहीं थोडक्याशा मूलकिरणांच्या योगानें पृथ्वीवरील सर्व वस्तु आपणांस दृष्टिगोचर होतात. शिवाय, वरील प्रकारामुळें एखाद्या वस्तूस इतक्या निरनिराळ्या दिशांकडून किरण मिळतात, व ते इतक्या निरनिराळ्या बाजूंस फाकतात,

कीं, मध्यें एखादी आडकाठी नसल्यास, आपण उभे असूं अशा ठिकाणच्या सर्व वस्तु आपणांस दिसावयास लागतात.

वराल विवेचन तुमच्या लक्षांत आलें असेल, तर हवा ही प्रकाशाचें कारण कशी आहे, हें तुमच्या चटकन् ध्यानांत येईल. हवा ही एक पाण्यासारखा प्रवाही पदार्थ आहे. ती केव्हांहि स्थिर नसते. पाण्याप्रमाणें ती एकसारखी उसळ्या व हेलकावे खात असते; व या हेलकाव्यांमुळें तिजमधील धुळीचे बारीक कण, वाफेचे परमाणु आणि पर्वतप्राय ढगांचे समुदाय इतस्ततः संचार करीत असतात. मोठमोठ्या ढगांची गोष्ट सोडली, तरी हे लहान परमाणु किती संख्यातीत असतात, याविषयीं एखाद्या झरोक्यांतून येणाऱ्या सूर्यकिरणांकडे पाहिलें तरी तुमची खात्री होईल. सूर्यापासून निघालेले किरण हवेंत तरंगणाऱ्या पदार्थांवर आदळून सर्व दिशांस विखुरले गेल्यामुळें, खालीं, वर आणि चोहों बाजूंस प्रकाशच प्रकाश भरला आहे, असें वाटतें. अशा प्रकारें धुळीचे कण आणि ढगांचे समुदाय प्रकाशास सर्व बाजूंस पसरवितात इतकेंच नव्हें, तर जे किरण पृथ्वीवर पडून उलट बाजूस आकाशांत निघून गेले असते, त्यांस ते अडथळा करून पृथ्वीवर परत पाठवितात.

आतां, पृथ्वीवरील हवा नाहींशी झाली, तर काय स्थिति होईल ती पहा. हवा काढून घेतली, तर आकाशांत आपणांस सूर्य दिसेल; पण आकाशांत चोहों बाजूस फाकलेला जो प्रकाश, तो मात्र नाहींसा होईल. सूर्याकडे तोंड फिरविलें, तर त्याचे किरण अत्यंत प्रखर तापानें आपल्या डोळ्यावर आदळतील; पण त्याच्या सभोंवतीं अगदी काळाकुट्ट अंधार पसरलेला आपणांस दिसेल, व या अंधःकारांत सूर्याचें तेजःपुंज बिंब लटकविलें आहे कीं काय, असा भास होईल. सकाळ झाली कीं, पूर्व क्षितिजा-

कडे सूर्य एकदम उडी मारून वर येतांना दिसेल. सर्व दिवसभ-रांत, म्हणजे तो उगवल्यापासून तों तो मावळेपर्यंत, त्याच्या प्रखरतेंत तिळमात्रहि फरक होणार नाहीं; व आकाशांतील सर्व मार्ग आक्रमिल्यानंतर तो एकाएकीं पश्चिमेकडील क्षितिजाच्या खालीं निघून जाईल. पृथ्वीवर पडलेले सूर्याचे किरण उलट बाजूस निघून गेल्यामुळें, सूर्य वर प्रकाशत असतांना देखील, पृथ्वीवरील बहुतेक भागांत आपणांस गाढ अंधःकार पसरलेला दिसेल. आकाशाचा रंग काळा झाल्यामुळें सूर्याबरोबरच तारे आपणांस दृग्गोचर होतील, व त्यांची संख्या अधिक वाढेल; आणि सूर्याप्रमाणें तेहि काळ्याकुट्ट आकाशांत चकचकीत हिऱ्या-माणकाप्रमाणें बसविल्यासारखे दिसतील. पण डोळ्यांस आनंद देऊन काव्यस्फूर्ति उत्पन्न करणारा आकाशाचा निळा रंग, तो मात्र नाहींसा होईल. (याचें कारण पुढें पहा.) अशा स्थितींत दिवसा, म्हणजे सूर्य वर प्रकाशत असतांना, रात्र आहे असें भासेल; आणि या रात्रींत आणि आपणांस सध्या जी रात्र असते तिजमध्यें फरक इतकाच राहील कीं, आकाशांतील तेजाचे अनंत गोल नीलवर्ण आकाशांत न चमकतां काळ्या कोंदणांत बसवि-ल्यासारखे दिसतील. याच्या पुराव्यादाखल इतकें सांगितलें म्हणजे पुरें कीं, आपण जितके उंच उंच जावयास लागतों तितका आकाशाचा रंग अधिकाधिक काळा दिसूं लागतो. प्रवाशांच्या तर असें सांगण्यांत येतें कीं, पर्वतांच्या शिखरावर चढलों, म्हणजे आकाशाचा रंग काजळासारखा काळा दिसतो; आकाशगंगा म्हणून प्रसिद्ध असलेला ताऱ्यांचा लांबलचक पसरलेला समुदाय तो तर आगेच्या ज्वाळेप्रमाणें दिसूं लागतो; व समुद्रसपाटीवर आपणांस जे तारे दिसतात, त्यांपेक्षां ताऱ्यांची संख्या अधिक दिसावयास लागते.

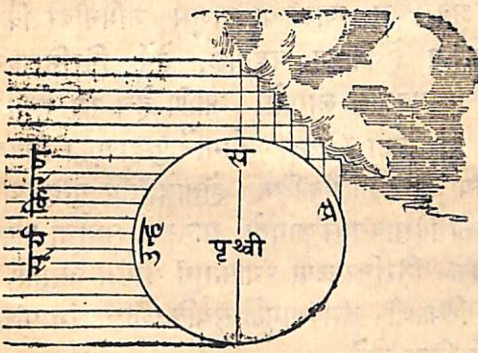
हवा ही संधिप्रकाशाचें कारण आहे.

सकाळच्या वेळेस सूर्य क्षितिजावर येण्याच्या अगोदर, व संध्याकाळीं सूर्य मावळल्यानंतर, आपणांस सूर्याचा प्रकाश कांहीं काळपर्यंत मिळत असतो. या प्रकाशाच्या योगानें दिवस व रात्र हीं सांधलीं जातात, म्हणून त्यास संधिप्रकाश असें नांव आहे. हा प्रकाश आपणांस हवेमुळेंच मिळत असतो. या प्रकाशाचा उपयोग कांहीं लहानसहान नाहीं. रात्रींच्या काळ्याकुट्ट अंधारानंतर दिवसाचा संपूर्ण चमचमाट आपणांस एकदम दिसावयास लागता, तर आपले डोळे दिपले असते; व सूर्याच्या प्रकाशामुळें आपणांस पूर्ण अंधत्व येण्याचा देखील संभव होता. किंवा, सूर्यास्ताच्या वेळीं सूर्य क्षितिजाच्या खालीं जातो न जातो तोंच, दिवसाचें वैभव नष्ट होऊन रात्रीचें साम्राज्य एकाएकीं पसरतें, तर त्यापासूनहि फार अनर्थ ओढवण्याचा संभव होता. अशा वेळीं, अर्ध्या रस्त्यावर वाट चालणाऱ्या वाटसरूची जी दैना झाली असती, ती सांगावयास नकोच. त्यांत आणखी आकाशांत ढग असते, आणि ताऱ्यांचा मंद लुकलुकाटहि त्यास न मिळता, तर पृथ्वीवर इतका निबिड अंधःकार पसरता कीं, दोन वितींच्या अंतरावरील वस्तु देखील त्यास न दिसल्यामुळें, आपण अत्यंत अफाट अशा पोकळींत फेकलें गेले आहोंत कीं काय, असें त्यास वाटूं लागलें असतें.

परंतु वास्तविक प्रकार आपल्या अनुभवास येतो, तो कांहीं निराळाच आहे. सूर्य उगवण्याच्या सुमारें एक तास अगोदर, पूर्वेकडील क्षितिजावर आपणांस प्रकाशाची मंद छटा दिसावयास लागते. या छटेचा प्रकाश दर क्षणास वाढूं लागतो; पृथ्वीदेवीनें पांघरलेलें कृष्ण वस्त्र ती फेंकून देतें; पृथ्वीवरील नयनमनोहर देखावे दृग्गोचर होऊं लागतात; उषादेवी आपले रक्तवर्ण किरण

पूर्वगोलार्धांत दूरवर पसरविते; पर्वतांच्या राजी किंचित् तांबुस वर्णानें रंगविल्या आहेत कीं काय, अशा भासूं लागतात; व शेवटीं या सर्व पृथ्वीचा राजा, प्रौढप्रतापशाली जो सूर्य, तो अखिलवस्तुजातावर आपलें साम्राज्य स्थापतो. या तेजोगोलानें दिवसभरांत आपला आकाशांतील मार्ग आक्रमिल्यानंतर, पश्चिमेकडील क्षितिजाच्या तो खालीं गेला, तरी अंधःकार एकाएकीं न येतां, हळूहळू व आपल्या घोर आगमनाची सूचना देत देत, भूप्रदेश आक्रमितो. संध्याकाळच्या वेळेइतका आल्हादकारक वेळ क्वचितच दुसरा असेल. सध्याकाळचें फिरणें, स्त्रीपुरुषांचे संवाद आणि मित्रमंडळीबरोबर केलेल्या गोष्टी, अशा कितीतरी गोष्टींचीं चित्रें संध्याकाळच्या कल्पनेबरोबर आपल्या मनश्चक्षूसमोर उभीं राहतात.

हवेमुळेंच आपणांस संधिप्रकाशाचें सुख कसें अनुभवितां येतें याकरितां सोबतच्या चित्राकडे पहा. पृथ्वीसभोंवती हवा पसरलेली नसती तर सूर्यापासून निघालेले किरण पृथ्वीच्या पलीकडच्या बाजूस निघून गेले असते, आणि सस हा पृथ्वीवरील भाग पूर्ण अंधःकारांत राहिला असता. पण हवा पृथ्वीभोंवतीं बरीच दूरपावेतों पसरलेली



आकृति ७. संधिप्रकाशाचें चित्र.

आहे, व तिच्यांत ढग, वाफ, इत्यादि पदार्थ तरंगत असतात. या पदार्थांवर सूर्याचे किरण आपटल्यामुळें, ते आडवले जाऊन सस या ठिकाणीं उजेड देतात. हा उजेड उसना असल्यामुळें तो सूर्यप्रकाशासारखा प्रखर नसून सौम्य व आल्हादकारक असतो, व याच उजेडास आपण संधिप्रकाश असें म्हणतों.

हवेमुळें आकाशास निळा रंग येतो.

आकाशाचा रंग निळा दिसतो, हा हवेचाच प्रसाद होय. सूर्यापासून येणारा पांढरा प्रकाश हा कित्येक निरनिराळ्या रंगांच्या मिश्रणापासून झाला असतो; आणि सूर्यकिरणांचें पृथक्करण केलें, तर त्यांचा पांढरा रंग नाहींसा होऊन, हे निरनिराळे रंग त्यांपासून तयार झालेले दिसून येतात. याच कारणासाठीं सूर्यास सप्तसप्ति—म्हणजे सात घोड्यांचा—अशी संज्ञा आहे, असें म्हणतां येईल. एखाद्या अंधेऱ्या खोलींत झरोक्यांतून आलेले सूर्याचे कांहीं किरण घेऊन, त्यांच्या वाटेंत एखादें झुंबर धरलें, तर त्या झुंबराच्या खालच्या बाजूस जमिनीवर किंवा टेबलावर जेथें म्हणून हे किरण पडतील, तेथें निरनिराळ्या रंगांचा एक पट्टा दिसावयास लागतो; आणि हेच रंग एखाद्या मोठ्या सूर्यकान्त मण्याच्या (लेन्स) योगानें पुन्हा एका बिंदूवर आणले, तर ते ज्या ठिकाणीं एकत्रित होतात, तेथें पुन्हां पांढऱ्या रंगाचा ठिपका दिसावयास लागतो. यावरून सूर्याचा पांढरा प्रकाश हा कित्येक निरनिराळ्या रंगांपासून झाला असतो, व हे सर्व रंग एका ठिकाणीं असल्यामुळें सूर्यकिरणांचा रंग पांढरा दिसत असतो, हें सिद्ध होतें.

आतां हवेच्या योगानें आकाशाचा रंग निळा कसा होतो तें पहा. सूर्याचे किरण कोणत्याहि पदार्थावर पडले, म्हणजे त्यां-

पैकीं कांहीं रंगांचा त्या पदार्थांत लोप होतो; आणि पदार्थ पारदर्शक असल्यास बाकीचे रंग खालच्या बाजूस निघून जातात. मी झाडाचें एखादें पान सूर्यकिरणांसमोर धरलें, तर त्यांतून येणारा प्रकाश मला हिरव्या रंगाचा दिसूं लागतो. कारण हिरव्याखेरीज सूर्यकिरणांमध्यें असलेल्या सर्व रंगांचा त्यांत लोप होतो. त्यांच्यापासून पानांमध्यें कांहीं रासायनिक क्रिया सुरू होतात, व त्यांवरच झाडाचें पोषण अवलंबून असतें. असो, तर वरीलप्रमाणेंच सूर्याचे किरण हवेंतून येत असतांना, निळ्याखेरीज इतर सर्व रंगांचा हवेंत लोप झाल्यामुळें, फक्त निळा रंग आपणांपर्यंत येऊन पोहोंचून आकाशाचा रंग निळा दिसावयास लागतो.

आकाशाचा रंग निळा आहे, हा ईश्वराचा आपणांवर मोठा उपकार समजला पाहिजे. नभोमंडळास सध्यां जो निळसर रंग चढलेला आपणांस दिसतो, त्याहून त्यास अधिक गर्द रंग ईश्वरास देतां आला असता; किंवा काजळासारखा काळा रंग देखील त्यास त्यावर फासतां आला असता. पण अशा काळ्या रंगाच्या योगानें आपणांवर खिन्नता आणि औदासिन्य यांची छाया पसरली असती, व हें सर्व जग उदास व भयाण वाटूं लागलें असतें. आकाशास लालभडक रंग असता, तर तो आपणांस आवडला नसता, व डोळ्यांस देखील अपायकारक झाला असता. आकाशास पांढरा रंग दिला असता, तर त्याची इतकी चकाकी पसरली असती कीं, त्यामुळें आपले डोळे दिपले असते; इतकेंच नव्हे, तर आकाशांतील ताऱ्यांचा आणि ग्रहांचा प्रकाश ओळखतां आला नसता. पिवळा रंग हा वर सांगितलेल्या रंगांइतका अनुचित झाला नसता हें खरें. पण, हा रंग ईश्वरानें

सूर्योदयापूर्वीं होणाऱ्या अरुणप्रभेकरितां राखून ठेवला आहे. शिवाय, नुसत्या पिवळ्या रंगाच्या चांदण्यामध्यें आकाशांत चमकणारे अनंत तेजोगोल इतक्या स्पष्टपणें दिसू शकले नसते. हिरवा रंग हा मात्र आपल्या डोळ्यांस आल्हादकारक असतो; व त्याच्यायोगानें ताऱ्यांचा प्रकाश खुलून दिसण्यासहि मदत झाली असती. पण हा रंग आपल्या संनिध असलेल्या वृक्षवेलींस आणि लतामंडपांस देऊन, ईश्वरानें त्याचा आपणांसाठीं जमिनीवर एक हिरवागार ताटवा निर्माण करण्यासाठीं उपयोग केला आहे; आणि निसर्गांत सौंदर्य आणि रमणीयता हीं निर्माण करण्यासाठीं, आकाश आणि पृथ्वी या दोहोंच्या रंगांमध्यें किंचित् फरक ठेवणें अवश्य होतें.

निळ्या रंगाच्या अंगीं उद्वेगजनक असा कोणताहि गुण नसून तो सौम्य व आल्हादकारक असतो; व त्याची शोभा आपल्या सभोंवतीं असलेल्या लतावेलींच्या हिरव्यागार शोभेहून भिन्न असते; इतकेंच नव्हें, तर आकाशांतील ताऱ्यांचें सौंदर्य व शोभा हीं खुलविण्यासाठीं देखील त्याचा उपयोग होतो.

समाप्त.